KLEJ

STEFAN SĘKOWSKI

Na wszystko jest rada

CHEMIA DLA CIEBIE

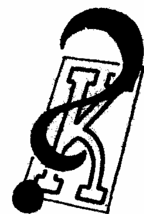
STEFAN SĘKOWSKI

NA WSZYSTKO JEST RADA

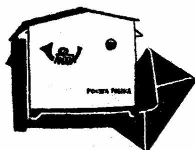
Państwowe Zakłady Wydawnictw Szkolnych – Warszawa 1965



Mniej więcej 10 lat temu zacząłem odpowiadać na Twoje listy z dziedziny chemii kierowane do redakcji „Młodego Technika", a potem i „Horyzontów Techniki dla Dzieci". Wtedy to właśnie, idąc za radą ludzi doświadczonych, założyłem sobie alfabetyczny skorowidz opracowywanych tematów. W skorowidzu tym, pod odpowiednią literą, zapisywałem i do dziś dnia zapisują każdy Twój ciekawy list dotyczący jakiegoś nowego, nie zamieszczonego jeszcze w skorowidzu zagadnienia chemicznego.



Nie potrzebuję Ci chyba przypominać, jak różnorodne, a czasem wręcz fantastyczne pytania zdążyłeś mi zadać przez owe 10 lat. Dlatego też w moim skorowidzu różne syntezy organiczne przeplatają się z przepisami na lakiery i Smary do nart, przepis na skład kąpieli galwanicznych z przepisem na obróbkę szkła i srebrzenie luster, a wreszcie przepisy na proszek „a psik" ze składem chemicznym ... dyni.



Już parą lat temu, zapisując w skorowidzu list z przepisem na korki do straszaków, stwierdziłem brak wolnego miejsca pod literą „k". Zdziwiony tym odkryciem począłem uważnie przeglądać od początku, pozycję po pozycji, tematy listów zapisane pod literą „k".

I oto lektura ta doprowadziła mnie do rewelacyjnego odkrycia. Mianowicie stwierdziłem, że przytłaczająca większość listów zapisanych pod tą literą dotyczy pewnego wspólnego problemu. Jest nim naprawa, przymocowanie, złączenie ze sobą dosłownie chyba wszystkiego ze wszystkim. Zresztą, żeby nie być gołosłownym, cytuję z mego skorowidza: — „Jak naprawić alabastrową figurkę, azbestową siatkę, jak łączyć bibułkę, celofan, celuloid, różnego gatunku drewno, fajans, gumę, kauczuk, korek, szkło z metalem i gumą?" Dalej widzę pytania dotyczące kitu szczotkarskiego oraz (zupełnie autentyczne), kleju do przyklejania ... odstających uszu.



Z lektury tej wyciągnąłem chyba zupełnie słuszny wniosek, że zarówno w życiu codziennym, domowym, jak też i przy okazji najrozmaitszego majsterkowania, bądź też różnych drobnych „nieszczęść", raz po raz stajesz przed problemem, jak to połączyć, naprawić, przytrzymać, osadzić, usztywnić.

Reszty domyślasz się już chyba sam. Tak, właśnie tak. Postanowiłem przyjść Ci z pomocą i dać Ci tą małą książeczkę zatytułowaną: „Na wszystko jest rada".

Zresztą przypomnij sobie dobrze, już po raz trzeci staram się dopomóc w Twoich kłopotach. W pierwszej książeczce zatytułowanej „Galwanotechnika domowa", podałem Ci szereg rad i wskazówek o tym, jak zorganizować domowe laboratorium, aby prowadzić w nim drobne prace galwanotechniczne i galwanoplastyczne. Potem, chcąc dostarczyć Ci tematyki do efektownych eksperymentów, napisałem książeczką pt.: „Ciekawe doświadczenia chemiczne".

A więc ta książeczka, w której zapewne znajdziesz odpowiedzi na większość nurtujących Cię pytań z dziedziny łączenia, jest już trzecią. Piszę wyraźnie, że znajdziesz tu zapewne odpowiedź na większość pytań, bowiem gdybym nawet zdołał przewidzieć i omówić wszystkie możliwe kombinacje łączonych ciał, powstałaby księga chyba 1000-stronicowa. A myślę, że takiej nie pragnąłbyś dostać.



Dlatego też tę książeczkę opracowałem mając na względzie odpowiedzi na Twoje listy; tematy w niej poruszone — wybrane zostały przez Ciebie. Będziemy więc rozmawiali o dobrej i złej zwilżalności, o adhezji, kohezji, pęcznieniu koloidów. Dziwią Cię i zniechęcają może te niezbyt często stosowane terminy, które przed chwilą wymieniłem. Ależ one są nierozłącznie związane właśnie z Interesującymi Ciebie zagadnieniami. Pamiętaj, że wszelkie spajanie ciał przez ich klejenie to sprawy właśnie zwilżalności, adhezji i podobnych zjawisk. Z kolei otrzymywanie różnych substancji używanych do łączenia wiąże się z reakcjami pęcznienia czy wysalania koloidów. Musimy więc o tym sobie pomówić, abyś zrozumiał najważniejsze procesy i abyś nie przeprowadzał ich mechanicznie ot tak, niczym robot.

Znajomość istoty procesów i reakcji pozwoli Ci również zrozumieć, dlaczego dany typ kleju nadaje się do drewna i papieru, a za to nie nadaje się na przykład do metalu, szkła czy gumy. Tym samym unikniesz wielu zawsze przecież przykrych niepowodzeń oraz będziesz mógł niejednokrotnie sam odpowiedzieć na pytanie, jak i czym łączyć coś, o czym książka nie wspomina.



Jednak życie biegnie nieustannie naprzód. Zdarzyć się więc może, że nie znajdziesz odpowiedzi i rady na jakieś bardzo specyficzne zagadnienie. Co wówczas robić? Cisnąć książkę, załamać ręce i złościć się bezsilnie? — Chyba nie jesteś taki niemądry. Na pewno nawet taki nie jesteś. Nie zapominaj wówczas o tym, że mamy sprawnie działającą pocztę, oraz że książka ta powstała właśnie z wielu, wielu odpowiedzi na Twoje listy, które zapisałem w skorowidzu pod literą „k". Drogi przyjacielu, jeżeli napiszesz do mnie list na adres redakcji miesięcznika „Młody Technik" (Warszawa, ul. Spasowskiego 4), otrzymasz na pewno potrzebne informacje, przyrzekam Ci to.



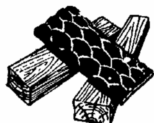




Zaczynamy od polowania na króliki

Sądzę, że będziesz zadowolony, gdy zaproponuję Ci wykonanie paru prostych, a jednocześnie ciekawych i kształcących doświadczeń. Do tego celu, w charakterze królików doświadczalnych, potrzebne będą: papier, tektura, guma, parę kawałków drewna, szkła oraz jakiejkolwiek blachy. Ponadto postaraj się o zwykły klej biurowy lub klej z mąki, klej stolarski, kawałek smoły (np. ze starych bateryjek) oraz dowolny odpad tworzywa sztucznego — polistyrenu.

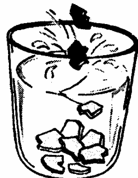
Tak więc musisz zacząć od polowania na króliki, czyli zdobycia i przygotowania potrzebnych surowców. Aby Ci pomóc w tym polowaniu, poradzę Ci, jak przygotować klej stolarski oraz klej z polistyrenu.

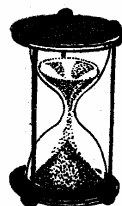


Zacznę od kleju stolarskiego. W handlu, a więc w sklepach chemicznych, a nawet wielu mydlarniach, można go nabyć w postaci twardych, prostokątnych tabliczek, kuleczek lub drobnych, cienkich łusek. W tym stanie klej stolarski jest bardzo trwały, tzn. przydatny do przechowywania, ale za to zupełnie nieprzydatny do klejenia.

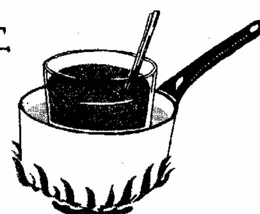


Jeśli są to tabliczki, to pokrusz młotkiem jedną z nich, wsyp do blaszanej puszki i zalej ciepłą wodą. Na 100 g kleju weź 225 ml wody. Podobnie postąp z łuskami lub kuleczkami. A teraz uwaga, pośpiech i niecierpliwość nic Ci tu nie pomogą, klej stolarski musi się moczyć co najmniej 10 godzin. Zostaw go więc w spokoju przez noc, a następnego dnia, gdy zajrzysz do puszki, zdziwisz się na pewno porządnie. Oto niemal cała woda gdzieś się podziała, a za to na dnie naczynia znajdują się mocno spęczniałe, grube i miękkie, podobne do gumy, kawałki kleju.









Woda oczywiście nigdzie nie zginęła, po prostu kawałki kleju pochłonęły ją, silnie przez to pęczniejąc.
Ewentualnego nadmiaru nie wchłoniętej wody nie zlewaj jednak. Teraz puszkę z namoczonym klejem wstaw do jakiegoś większego naczynia napełnionego ciepłą wodą i całość ogrzewaj na maszynce elektrycznej lub palniku gazowym. Pamiętaj, że kleju stolarskiego nie wolno nigdy ogrzewać bezpośrednio na ogniu, a jedynie w kąpieli wodnej. Bezpośrednie ogrzewanie prowadzi do przegrzania, co bardzo źle odbiją się na własnościach kleju i wybitnie zmniejsza wytrzymałość spoiny.
Jednego królika już upolowałeś. Teraz widzę, że rozglądasz się bezradnie, bo nie wiesz, gdzie by tu zapolować na następnego. Zupełnie niepotrzebnie martwisz się, skąd zdobyć polistyren niezbędny do wykonania następnego kleju. Uważnie, tak jak to na chemika przystało, dokonaj przeglądu swego najbliższego otoczenia. — Rękojeści szczoteczek do zębów, pudełka do papierosów, miseczki kuchenne, miseczki do golenia, solniczki, kieliszki do jaj, przeróżne zabawki, a więc samochodziki, laleczki, misie, figurki zwierząt domowych, naczyńka lalczyne i foremki do piasku, wszystko to i wiele wprost niezliczonych drobiazgów wokół Ciebie wykonanych jest dziś z polistyrenu. Wiele z nich jest zepsutych, połamanych, gdyż polistyren jest kruchy, łamliwy. Toteż nie wątpię, że bez trudu znajdziesz kawałek polistyrenu białego, kolorowego lub też przejrzystego.

Aby nie było żadnych wątpliwości i pomyłek, nauczę Cię bardzo prostej i szybkiej identyfikacji polistyrenu. Cała ta tak szumnie zwana identyfikacja płomieniowa polega na zapaleniu maleńkiej próbki badanego tworzywa i uważnej obserwacji płomienia w ciągu kilkunastu sekund.

Polistyren, niezależnie od swej barwy, zapala się raczej łatwo, a **płonąc daje silnie kopcący płomień.** Żadne inne tworzywo dostępne w życiu codziennym, paląc się nie wydziela tyle kopciu. Identyfikacja polistyrenu nie sprawi Ci więc żadnego kłopotu, gdyż wystarczy dosłownie jedna zapalona zapałka.

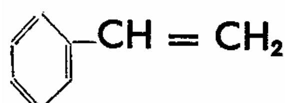
Skoro już posiadasz to tworzywo, połam je na drobne kawałeczki, wsyp do szczelnie zamykanego słoiczka i na każde 8 g polistyrenu wlej 100 ml trójchloroetylenu. Ten doskonały rozpuszczalnik tłuszczów i wielu tworzyw sztucznych nabędziesz bez żadnego trudu w każdej mydlarni. Trójchloroetylen, zwany popularnie „Tri", jest bowiem szeroko stosowany w gospodarstwie domowym jako niepalny, a więc zupełnie bezpieczny, płyn do usuwania z ubrań plam z tłuszczów lub smarów.

Polistyren rozpuszcza się dobrze w „Tri", ale oczywiście nie tak szybko jak sól czy cukier w wodzie. Dlatego też słoiczek musisz pozostawić w spokoju aż do następnego dnia.

Pytasz, dlaczego polistyren tak wolno się rozpuszcza?
To bardzo proste, przecież polistyren jest związkiem wielkocząsteczkowym.
Ty jednak nie bardzo rozumiesz moją odpowiedź.

Spróbuję Ci to wyjaśnić bardziej przekonywająco. Jako przykład posłużyć mogą chociażby takie stosunkowo proste substancje jak soda Na_2CO_3, sól kamienna $NaCl$, metan CH_4, etan C_2H_6, fenol C_6H_5OH. Są to przedstawiciele związków o niewielkich cząsteczkach. Jeżeli uda się dobrać do każdego z nich odpowiedni rozpuszczalnik, rozpuszczają się łatwo, niemal od razu.

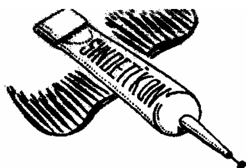
Inaczej natomiast przedstawia się sprawa ze związkami wielkocząsteczkowymi. Ot, choćby nasz polistyren. Powstaje on w wyniku polimeryzacji, czyli wzajemnego łączenia się w długie, długie łańcuchy kilkunastu nieraz tysięcy pojedynczych cząsteczek związku podstawowego (tzw. monomeru) styrenu o wzorze:





Właśnie ów przedrostek „poli", stojący przed nazwą tworzywa, mówi nam, że jego cząsteczka-olbrzym, licząca dziesiątki tysięcy atomów, powstała w wyniku połączenia w długie łańcuchy bardzo dużej ilości pojedynczych cząsteczek monomeru.

Taka cząstka polimeru, w porównaniu z cząsteczką soli, to przecież potworny, ciężki, nieruchawy olbrzym.



Polistyren zalany „Tri" początkowo silnie pęcznieje i galaretowacieje. Czy objaw ten nie przypomina Ci przypadkiem czegoś? No pomyśl, proszę.

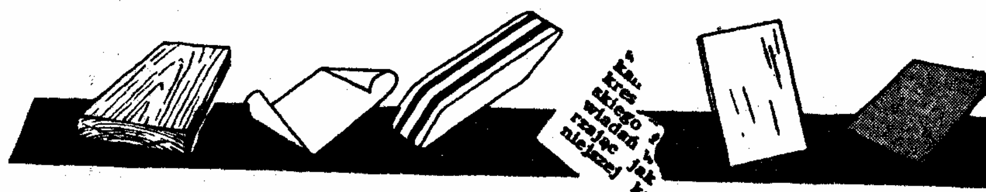
- Oczywiście, klej stolarski, l on też nie rozpuszczał się od razu w wodzie, lecz najpierw puchł i galaretowaciał, bo klej stolarski to też związek wielkocząsteczkowy.
- Jednak czy to ma jeszcze ze sobą coś wspólnego?
- Oczywiście, że ma. Każdy bowiem klej, niezależnie od tego, czy jest naturalny czy też syntetyczny, aby był klejem, musi być związkiem wielkocząsteczkowym. Będziemy jeszcze nieraz o tym mówić i przekonasz się, że kleje należą do wielkiej rodziny tworzyw sztucznych, w których występuje cząsteczka — olbrzym, licząca nieraz dziesiątki tysięcy atomów.

No, ale chwilowo dosyć tego, bo nie chcę, żebyś mi potem wypominał, że za wiele Cię nudzę teorią.
Do roboty. Klej stolarski jest już gotowy, klej z polistyrenu też, możemy więc przystąpić do doświadczeń.
Na pierwszy ogień weźmy klej stolarski, ponieważ trzeba go podgrzewać. Gdy stanie się już płynny, sklej nim:

a) sklejkę ze sklejką lub deskę z deską,.
b) blachę z blachą,
c) gumę z gumą.

Z kolei weź klej biurowy lub sam wykonaj klej z mąki i sklej nim:

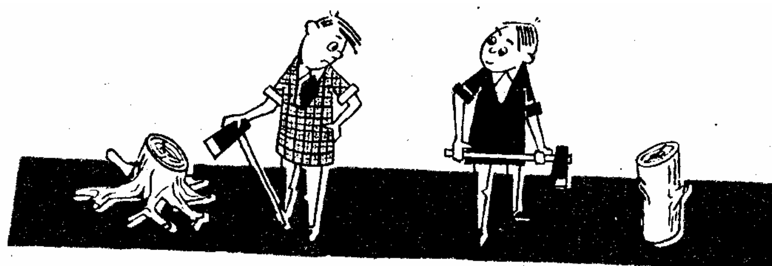
a) papier z tekturą,
b) szkło ze szkłem,
c) gumę ze szkłem



Teraz przychodzi kolej na wykonany przez Ciebie klej z polistyrenu. Ponieważ sądzę, że nie miałeś z nim jeszcze nigdy do czynienia, więc wyjaśniam, że należy go nakładać patyczkiem albo pałeczką szklaną cienko i zawsze na czyste i suche powierzchnie. Klejem tym sklej takie oto trzy parki:

a) blachę z blachą,
b) drewno z blachą lub szkłem,
c) papier z papierem.

Pozostała Ci jeszcze dotychczas nieużywana smoła. Oto właśnie przychodzi i na nią kolej. Ponieważ jednak klejenie smołą w normalnej temperaturze jest raczej sprawą niewykonalną, postaraj się o blaszaną przykrywkę z pudełka od pasty do butów i stop w niej posiadany kawałek smoły. Ogrzewaj teraz lekko kawałeczek blachy oraz szkło, kapnij na blachę 3—4 krople smoły i szybko nakryj je szkłem.



Proszę Cię, abyś postąpił dokładnie tak, jak to opisałem, w przeciwnym bowiem razie doświadczenie się nie uda. Jeśli blachy nie ogrzejesz, to krople smoły od razu na niej zastygną, jeszcze nim zdążysz nakryć ją szkłem. Gdy natomiast zaniedbasz ogrzanie szkiełka, wówczas pęknie ono po nałożeniu na gorące krople smoły.

Gorącą smołą sklej jeszcze drewno z tekturą oraz gumę z gumą. Teraz wszystkie te sklejone elementy muszą dokładnie wyschnąć przez 6—8 godzin.

Niepowodzenia i pierwsze morały

Wyobrażam sobie doskonale, że nie lubisz niepowodzeń, a tym bardziej nie lubisz morałów. Któż by je lubił?
O niepowodzeniach wspomniałem, bowiem już jest chyba czas najwyższy, aby zabrać się do próbek połączeń wykonanych z takim nakładem pracy. I tu właśnie przygotuj się na całą serię rozczarowań. Z góry Cię bowiem uprzedzam, iż większość próbek, tych połączonych parek, albo się już rozleciała sama, albo rozleci się przy pierwszym dotknięciu palcem.

— Pytasz dlaczego? Po co było kleić, skoro i tak było wiadomo, że nic z tego nie wyjdzie?
— A jednak ja miałem w tym cel, a jaki, to się zaraz sam o tym przekonasz.

Przegląd i badanie próbek zacznijmy w tej samej kolejności, w jakiej zostały one wykonane. Zaczynamy więc od kleju stolarskiego.

Sklejka ze sklejką czy deska z deską połączone tym klejem trzymają się świetnie, prawda? Ale na tym już niestety koniec powodzeń z tym klejem.



Bo oto zarówno blacha nie trzyma się blachy, jak również oba kawałki gumy, nawet lekko pociągnięte, odpadają jeden od drugiego.

Pytasz znowu - dlaczego?

- Po prostu nie ma kleju uniwersalnego.

Jednak odpowiedź moja jakoś wcale nie trafia Ci do przekonania i pytasz dalej.

— Ale dlaczego klej stolarski trwale połączył drewno, a nie zdał egzaminu w przypadku metalu i gumy?

— Zamiast udzielić Ci odpowiedzi, teraz ja sam zadam pytanie

— A w jaki sposób, dzięki czemu twardnieje klej stolarski? Ja wiem doskonale, że nigdy w życiu, tak na serio, nie próbowałeś łączyć metali czy gumy klejem stolarskim, ale dlaczego?

— No, bo nie będzie się trzymać.

— Tak, ale dalej pytam, dlaczego?

I powoli wszystko zaczyna się wyjaśniać. — Klej stolarski, aby stwardniał, musi się pozbyć wody i to — jeśli pamiętasz sposób jego przyrządzania – nawet dużych ilości wody. W drewno, papier, tekturę czy płótno woda może wsiąkać swobodnie, gdyż są to materiały porowate. Ale metale? Gdzie ma tu się podziać, gdzie uciec ta nieszczęsna woda z kleju? Z jednej i drugiej strony gładki, nieporowaty i zupełnie nieprzesiąkliwy metal.

Wyciągnij z tego niepowodzenia morał pierwszy: Klejami twardniejącymi wskutek wyparowania bądź absorbcji rozpuszczalnika, czyli klejami rozpuszczalnikowymi, nie da się kleić ciał nieporowatych (metal, szkło itp.).

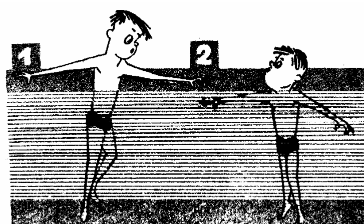
Niepowodzenie z gumą jest nawet podwójne. Po pierwsze zwykła guma dętkowa to ciało nieporowate. Dalej, gdyby nawet klej stolarski, umieszczony pomiędzy dwiema warstwami gumy, jakimś sposobem pozbył się wody, to i tak nic to nie pomoże.

Jak wiesz, suchy, stwardniały klej stolarski jest zupełnie nieelastyczny i kruchy. Tymczasem guma to przecież symbol rozciągliwości i elastyczności. A więc tych dwu sprzecznych własności — sztywności i elastyczności — nie można pogodzić, tak jak nie można pogodzić ognia z wodą.

Dlatego właśnie dętki, pęcherze piłek czy inne elastyczne i bardzo rozciągliwe wyroby gumowe kleimy klejem wykonanym z kauczuku. Spoina powstająca z takiego kleju, z racji swego pochodzenia, ma własności fizyczne bardzo zbliżone do własności fizycznych gumy.

Ale przenieśmy się w drugą krańcowość. Powiedzmy, że chcemy połączyć klejem szkło ze szkłem. Załóżmy, że masz taki klej i że połączyłeś nim dwie płytki szklane. Przyszła zima lub letni upał i ... tragedia, wszystko się rozleciało.

Zapomniałeś bowiem o jednej bardzo ważnej własności fizycznej ciał, a mianowicie o ich współczynniku rozszerzalności cieplnej.



Tak, tak, niby mała rzecz, a powoduje duże kłopoty. Szkło należy do ciał minimalnie tylko zmieniających swe wymiary pod wpływem wahań temperatury, natomiast spoina z użytego kleju — odwrotnie. Łącząc zaś klejem aluminium czy miedź, trzeba dla odmiany pamiętać o tym, że rozmiary przedmiotów wykonanych z tych metali ulegają silnym zmianom pod wpływem wahań temperatury.

Do pierwszego morału dochodzi więc drugi: Powstająca z kleju spoina musi mieć własności fizyczne dosyć zbliżone do własności fizycznych klejonego materiału.

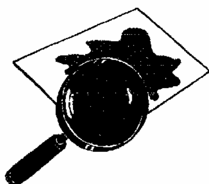
Na horyzoncie adhezja

Zajmij się teraz próbkami połączonymi klejem biurowym lub klejem z mąki. W tym miejscu małe wyjaśnienie. Otóż klej biurowy, zwany często klejem roślinnym, produkowany jest z dekstryny, czyli odpowiednio preparowanej mąki ziemniaczanej. Jest to więc klej niemal identyczny z otrzymanym z mąki, bowiem oba są naturalne i oba twardnieją na skutek wyparowania rozpuszczalnika. Nic też dziwnego, że papier przyklejony do tektury tymi klejami trzymać się będzie doskonale.

Natomiast ze względu na to, że obydwa kleje zawierają dużo wody, nie mogą one w ogóle połączyć takich zupełnie nieporowatych i nieprzesiąkliwych ciał jak szkło ,ze szkłem czy szkło z gumą.

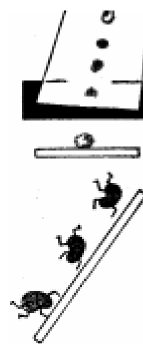
Ale czy tylko niemożność pozbycia się wody, a więc złe twardnienie spoiny, stoi temu na przeszkodzie?

Przekonaj się o tym sam. Weź parę kropli kleju biurowego, rozsmaruj cienko na kawałku szkła i pozwól wodzie wyparować (połóż w ciepłym miejscu, to prędzej wyparuje). Gdy obejrzysz dokładnie warstewkę wyschniętego kleju, to z łatwością zauważysz, że jest ona popękana i bardzo łatwo złuszcza się z powierzchni szkła.



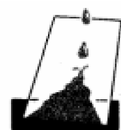
- O czym to świadczy ?
- O zbyt małej adhezji.

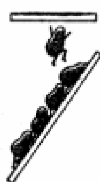
Chwilowo wyraz ten jest chyba dla ciebie przysłowiową chińszczyzną lub inaczej mówiąc tylko pustym dźwiękiem. Aby jednak ten dźwięk ożywić i aby nabrał dla Ciebie realnego znaczenia, proponuję następujące doświadczenie.



Używając gorącej wody, szczoteczki, sody lub proszku do prania i mydła, umyj bardzo starannie kawałek płytki szklanej. Po umyciu i wytarciu czystą szmatką, płytkę bierz już tylko za brzegi tak, aby jej powierzchni nie dotykać palcami. Drugą z kolei podobnej wielkości płytkę szklaną potrzyj watką nasyconą olejem jadalnym, oliwą czy olejem silnikowym. Teraz płytki podłóż kolejno pod kran, z którego wypływa mały strumień wody, po połóż je poziomo na stole. Co zaobserwujesz?

Oto płytka szklana, starannie poprzednio umyta, pokryta jest teraz cieniutką, równomierną warstewką wody. W tym przypadku mówimy, że woda dobrze zwilżyła czystą powierzchnię szkła. A co dzieje się na płytce drugiej, tej celowo natłuszczonej? Tu woda skupiła się w kilku czy kilkunastu kroplach. Jeśli płytkę tę potrząśniesz silniej, energicznym ruchem, to kropelki te spadną i płytka będzie nadal zupełnie sucha.





- Dlaczego ? – Gdyż zatłuszczona powierzchnia szkła nie jest w ogóle zwilżana przez wodę.

Zwilżanie ciała stałego przez ciecz świadczy o tym, że między cząsteczkami tego ciała a cząsteczkami cieczy działają siły przyciągania. Siły te powodują adhezję, czyli przyczepność.

Zjawisko adhezji wiąże się głównie z występowaniem sił natury elektrycznej wywołanych nierównomiernym rozkładem ładunków elektrycznych w cząsteczkach cieczy i cząsteczkach ciała stałego.

Oczywiście fakt ten ma ogromne znaczenie dla każdego, kto chce dobrze kleić. Bowiem w zależności od wielkości sił przyciągania pomiędzy cząsteczkami ciała a cząsteczkami kleju mogą powstawać niekiedy nawet wiązania chemiczne, co zapewnia świetną spójność kleju z ciałem. Stąd wniosek generalny, że wytrzymałą spoinę może dać tylko klej mający dobrą adhezję do ciała łączonego. Domyślam się, że w tym miejscu nasunęła Ci się bardzo poważna wątpliwość. Rozumujesz bowiem tak: — Papier, tektura czy korek są szorstkie i porowate, więc, pomijając już sprawę wsiąkania wody, ciała te na swej powierzchni mogą doskonale unieruchomić, niejako zakotwiczyć, cząsteczki kleju. Tymczasem szkło, które jest przecież gładkie, po prostu jak szkło, czy wypolerowany metal, możliwości takich nie mają. W jaki sposób bowiem biedne cząstki kleju mogą się utrzymać na takich lustrzanych powierzchniach? A więc — wnioskujesz dalej — to stan powierzchni, czyli jej chropowatość decyduje o tym, czy klej będzie się jej trzymał, a nie ta jakaś dziwna adhezja.

Rozumowanie twoje jest pozornie zupełnie słuszne, co więcej dodam, że przez wiele lat uczeni sądzili, że tak jest w istocie.

Do obalenia tego poglądu przyczyniło się w dużej mierze proste, ale jakże pouczające doświadczenie. Doświadczenie to z powodzeniem mógłbyś też przeprowadzić , ale boję się, że będziesz miał trudności ze zdobyciem odpowiednich surowców. Podstawą bowiem doświadczenia, obalającego pogląd jakoby nie adhezja, lecz stan chropowatości i porowatości powierzchni decydował o trwałości łączenia klejem, jest niskotopliwy stop – nazwany od jego odkrywcy – stopem Lipowitza.

W jego skład wchodzą następujące metale, w takiej oto proporcji:

Bizmut -	50,0 %
Ołów -	26,7 %
Cyna -	13,3 %
Kadm -	10,0 %

Stop ten topi się już w temperaturze ok. 70°C, a więc jest płynny nawet w gorącej wodzie. Otóż za pomocą właśnie takiego niskotopliwego stopu przeprowadzono próby łączenia drewna. Do doświadczenia użyto bardzo dokładnie wysuszonego drewna dębowego oraz korkowego.

- Pytasz, dlaczego dębinę i korek ?
- Bo one są najbardziej porowate; jeżeli zakładamy,

że łączenie klejem polega przede wszystkim na mechanicznym zaczepieniu, zahaczeniu powierzchni łączonego ciała, to w takim razie korek i dębina powinny stanowić ideał. Dzięki wielkiej ilości porów i kanalików w powierzchni dębiny oraz korka klej powinien się ich doskonale trzymać.

Wobec tego umieszczono w ogrzanym piecyku kawałki dębiny i korka, aby się ogrzały do temperatury 90 °C, Równocześnie, aż do uzyskania płynności, ogrzany został stop Lipowitza. Potem warstwą płynnego stopu pokrywano przeznaczone do połączenia powierzchnie, składano je razem i ściśnięte studzono.

— Pytasz się, jaki był wynik łączenia korka i dębiny stopem Lipowitza?

— Żałosny, nadzwyczaj żałosny. Nie pomogło powolne ani szybkie studzenie, jak też stosowanie nawet wielkich ciśnień. Ani drewno dębowe ani korek nie dawały się w ogóle połączyć stopem Lipowitza.

I wtedy uczeni, na podstawie tego i jeszcze wielu innych doświadczeń, przekonali się, że nie chropowatość i porowatość powierzchni decyduje o sile przylegania kleju, lecz właśnie ta specyficzna własność, którą nazwaliśmy adhezją. Stop Lipowitza ani drewna, ani korka po prostu nie zwilża. Jakże więc może być w ogóle mowa o trwałym łączeniu?

W przypadku Twoich prób z klejem biurowym oraz metalami i szkłem, po wyparowaniu wody pozostaje krucha, odskakująca warstewka nie związana niemal zupełnie z powierzchnią badanych ciał. No cóż, należy więc stwierdzić, że klej biurowy czy też stolarski (pomijając już obecność rozpuszczalnika) nie nadaje się do łączenia metali i szkła, gdyż pomiędzy tymi klejami a powierzchnią wymienionych ciał nie występuje niemal zupełnie adhezja.

— A jak się przedstawia adhezja roztworów polistyrenu do metali? — No, nie najlepiej, gdyż próbka w postaci dwu blach połączonych takim właśnie roztworem niemal sama rozłazi się w rękach.

I nie ma się co temu dziwić. W jaki bowiem sposób cząsteczki „Tri" mogły „uciec" z pomiędzy dwu kawałków blachy?

Ale oto, prawdopodobnie niespodziewanie dla Ciebie, już zupełnie niezłe wyniki dało łączenie roztworem polistyrenowym drewna z blachą. Nie jest to jeszcze, co prawda, takie połączenie „na mur", ale zawsze o wiele wytrzymalsze od wszystkich dotychczasowych próbek z blachą.

— Już wiem — zawołasz. — Widocznie z pomocą przyszła tu porowatość i wsiąkliwość drewna, która umożliwiła „emigrację" cząsteczkom „Tri".

— Zgoda, to racja, ale z drugiej strony, jak to na prawdę przedstawia się adhezja polistyrenu do metalu? A no przekonajmy się.



Na kawałeczek blaszki nalej parę kropel roztworu polistyrenowego i pozwól mu spokojnie stwardnieć. Aby proces ten trwał krócej, blaszkę pokrytą klejem ogrzej lekko. I jeszcze jeden ważny szczegół. — Blaszka musi być zupełnie sucha i czysta. My przecież chcemy zbadać adhezję polistyrenu do metalu, a nie do wody, tłuszczu czy kurzu.

Po 30—40 minutach warstewka polistyrenu przestaje się już lepić do palców, możesz więc zbadać jej adhezję. W tym celu paznokciem lub szpilką staraj się zedrzeć utworzoną błonę. Przekonasz się, że błona ta, chociaż jeszcze miękka i mało wytrzymała mechanicznie („Tri" wyparuje całkowicie dopiero po 36 godzinach), zupełnie dobrze trzyma się powierzchni blachy. Stąd wniosek: polistyren wykazuje niezłą adhezję do metali.

Ostatnia wreszcie próbka, papier sklejony z papierem, trzyma się doskonale, prawda?

Zapamiętaj to dobrze, bowiem polistyren rozpuszczony w „Tri" jest najprostszym, najtańszym i, co najważniejsze, łatwym do wykonania w warunkach domowych, zupełnie wodoodpornym klejem do papieru. Można więc kleić nim wszelkie modele, nie wyłączając modeli szkutniczych, a więc tych pływających po wodzie. Ponadto roztwory polistyrenu mogą być z powodzeniem używane w modelarstwie do impregnacji papieru i płótna.

Duża kohezja – to znaczy mocne złącze

Zbadaj wreszcie Twoje próbki poklejone smołą.

Na pierwszy rzut oka szkło połączone z metalem za pomocą smoły trzyma się dobrze, ale już przy silniejszym szarpnięciu czy podważeniu scyzorykiem , połączone powierzchnie łatwo oddzielają się.

Podobnie łatwo oderwiesz gumę od gumy.

— Co sprawiło, że smoła tak słabo połączyła te próbki?

— Spróbujmy to przeanalizować.

— Smoła jest klejem twardniejącym przez krzepnięcie, a więc teoretycznie można nią łączyć ciała zarówno porowate, jak też i zupełnie gładkie, np. metal, szkło, bowiem nie zachodzi tu wyparowywanie czy wsiąkanie rozpuszczalnika. A jednak próba z metalem i szkłem nie powiodła się. Tak, ale nie powiodło się również i łączenie smołą drewna z tekturą, jak też i gumy z gumą.



— A może zła adhezja?

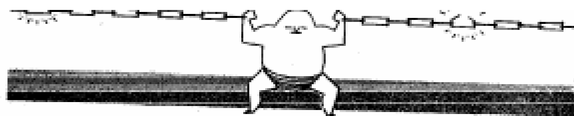
— Też chyba nie. Zresztą spróbuj osobno kapnąć gorącą smołą na metal, szkło, tekturę, drewno czy też gumę. Po ostygnięciu stwierdzisz, że smoła doskonale trzyma się wszystkich tych ciał. Czyli adhezja jest niezła. Więc co jest ostatecznie przyczyną niepowodzeń?

— Niska kohezja samego kleju.

Tego określenia też chyba często nie słyszałeś, a warto się bliżej zapoznać z treścią, jaka się za nim kryje. Od kohezji bowiem, czyli od spójności, zależy wytrzymałość samej klejowej spoiny.

Mianem kohezji lub spójnością nazywamy siłę, jaką nawzajem powiązane są cząsteczki ciała.

Stąd wniosek, że to właśnie siły kohezji przeciwdziałają rozdzielaniu się cząsteczek danego ciała. Im siły kohezji są większe, tym większa jest spójność danego ciała, czyli tym trudniej będzie dane ciało rozerwać.



Cóż z tego, że jakiś klej, jak chociażby nasza smoła, posiada dobrą adhezję do różnych ciał, skoro sam odznacza się niską wytrzymałością mechaniczną. Siły wzajemnego wiązania cząsteczek kleju, czyli kohezja, są, podobnie jak i adhezja, siłami natury elektrycznej, z tym że kohezja działa tylko między cząsteczkami tego samego ciała. Od niej to więc zależy wytrzymałość mechaniczna spoiny, która, jak w przypadku smoły, jest bardzo niska. Mamy więc już czwarty i ostatni na szczęście morał.

Trwałe złącze może dać tylko klej wykazujący dużą kohezję.

Tłumacząc to na język potoczny powiemy: Aby złącze klejowe było mocne, sam klej po stwardnieniu musi dawać spoinę wytrzymałą mechanicznie.

Jest to chyba zupełnie jasne i zrozumiałe. Miękki wosk czy krucha kalafonia, choćby najlepiej nawet przylegały do dwu ciał, nie dadzą mocnego złącza, gdyż są same zupełnie niewytrzymałe mechanicznie.

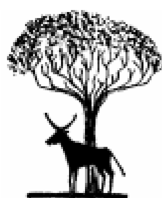


Poniżej podaję Ci zebrane raz jeszcze wszystkie cztery morały, które jeśli zapamiętasz i będziesz umiał praktycznie wykorzystać, pozwolą Ci zostać specjalistą-amatorem w dziedzinie klejów. A to też coś znaczy.

1. Klejami twardniejącymi wskutek wyparowania bądź absorbcji rozpuszczalnika, czyli klejami rozpuszczalnikowymi, nie można kleić ciał nieporowatych (metal, szkło itp.).
2. Powstająca z kleju spoina musi mieć własności fizyczne dosyć zbliżone do własności fizycznych klejonego materiału.
3. Wytrzymałą spoinę może dać tylko klej posiadający dobrą adhezję do ciał łączonych.
4. Trwałe złącze może dać tylko klej wykazujący dużą kohezję.

Dlaczego właśnie te ?

Po przerobieniu opisanych doświadczeń zastanawiasz się pewnie, dlaczego to poradziłem Ci wykonanie właśnie takiego dziwnego zestawu klejów.
Widzisz, sprawa jest dosyć trudna i sam się sporo nad nią nagłowiłem. Najróżniejszych klejów znamy dziś parę tysięcy, a więc jest to istna dżungla nazw handlowych, odmian i związków chemicznych. Aby móc jako tako zorientować się w tej dżungli, potrzebna jest mapa. Tą mapą jest systematyka klejów, czyli tzw. klasyfikacja. Klasyfikacji takich jest wiele i, jak dotychczas, brak jest jakiejś jednej, międzynarodowej, ogólnie przyjętej.



Dlatego na Twoje potrzeby podaję Ci podział bardzo uproszczony, ale za to łatwy i zrozumiały.
Na początek wszystkie kleje podzielimy na dwie grupy:
1) kleje naturalne,
2) kleje syntetyczne.

Naturalne to oczywiście klej stolarski, klej biurowy i klej z mąki, kauczuk rozpuszczony w benzynie, guma arabska itp., czyli kleje wykonane z surowców dostarczonych nam przez przyrodę.

Z kolei do syntetycznych zaliczamy klej z polistyrenu, celuloidu, żywic fenolowo-formaldehydowych, słowem kleje otrzymane z surowców wytwarzanych bądź przetwarzanych chemicznie.
— Pytasz, dlaczego wśród klejów naturalnych ani syntetycznych nie wymieniłem smoły?
— Nie zapomniałem o niej. Smoła posłuży mi jednak do przedstawienia Ci innego podziału klejów, zarówno naturalnych jak i syntetycznych. Podział ten dotyczy samego mechanizmu twardnienia klejów. Tak więc kleje twardnieją na skutek:
1) wyparowania lub wsiąknięcia rozpuszczalnika,
2) krzepnięcia,
3) zachodzących reakcji chemicznych.

Pierwszy proces jest tak prosty i oczywisty, że chyba nie warto się nad nim rozwodzić. Zwrócę Ci tylko uwagę, że w ten właśnie sposób — przez wyparowanie lub pochłanianie, czyli absorbcję - twardnieją zarówno liczne kleje naturalne, jak też i syntetyczne.

Dalej mamy twardnienie wywołane krzepnięciem. Smoła, kalafonia, najróżniejsze żywice naturalne i syntetyczne ogrzane topią się, a stygnąc krzepną i twardnieją. No i wreszcie dochodzimy do sposobu ostatniego, ale i najważniejszego. Twardnienie pod wpływem zachodzących reakcji chemicznych to wspaniały triumf klejów a zarazem ich przyszłość. Dzięki bowiem temu rodzajowi twardnienia, kleje weszły obecnie do przemysłu lotniczego, samochodowego, maszynowego, wypierając skutecznie spawanie,

nitowanie czy lutowanie metali. Nie myśl, że to przesada. Już 5 lat temu na wystawie w Brnie demonstrowano dziesięciometrowej długości most aluminiowy, którego elementy łączone były tylko klejami. Most ten bez najmniejszej szkody, zimą czy latem, w słońcu czy deszczu, znosił i do dziś dnia znosi stałe obciążenie 15 ton. Myślę, że teraz nie zarzucisz mi gołosłowności.

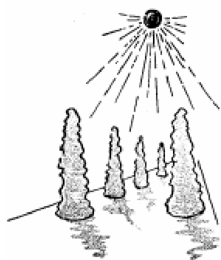
Wróćmy jednak do twardnienia pod wpływem zachodzących reakcji chemicznych. Reakcjami tymi są:

a) polimeryzacja,
b) polikondensacja.

Polimeryzację już częściowo znasz. Przypomnę więc tylko, że ta reakcja łączenia się małych cząsteczek, w wyniku której powstają długie, długie łańcuchy, zachodzi tylko pomiędzy cząsteczkami jednego i tego samego związku, zwanego ogólnie monomerem.

Z kolei polikondensacja prowadzi właściwie do tego samego, to jest do powstawania potężnych, wielkich cząsteczek, ale zachodzi nieco inaczej, i tylko pomiędzy cząsteczkami dwu różnych monomerów.

Nie można przy tym zapominać, że w wyniku polikondensacji powstają wielkie cząsteczki, ale nie w postaci łańcucha, lecz bryły, a ponadto jako produkt uboczny wydzielona zostaje najczęściej woda. Natomiast w wyniku polimeryzacji powstają długie łańcuchy powiązanych ze sobą cząsteczek monomeru, przy czym nie wydziela się żaden produkt uboczny.



Najprostszym przykładem polikondensacji jest łączenie się fenolu z formaldehydem, w wyniku czego powstaje żywica fenolowa oraz oczywiście wydziela się woda.

Zastanawiasz się, po co wdaję się w takie szczegóły i aż wspominam, że w wyniku polimeryzacji cząsteczki łączą się w łańcuchy, polikondensacja zaś prowadzi do tworzenia się bryły.

Nie sądź, że jest to pedanteria. ten bowiem, jak się później przekonasz, ma doniosłe znaczenie praktyczne i to właśnie dla Ciebie.



Zapamiętaj chwilowo, że ciała powstające w wyniku polimeryzacji są z zasady termoplastyczne, to znaczy ogrzewane miękną. Stąd prosty wniosek, że klej tak twardniejący nie spełni swojego zadania w podwyższonej temperaturze.

Natomiast kleje utwardzone w wyniku polikondensacji stają się raz na zawsze nietopliwe i w niczym nie rozpuszczalne. A więc widzisz, łańcuchy czy bryła, niby szczegół, ale jakże istotny.

Nie ma klejów uniwersalnych

Na zakończenie tego rozdziału pragnę się z Tobą podzielić dwoma wspomnieniami z mego dzieciństwa.

Otóż gdy byłem mały, a nie było to znów tak dawno temu, często u nas w domu miała miejsce taka rozmowa:

— Bo widzi mama — mówiła moja matka do babci — Stefan znów starł kolano.

Albo:

— Słyszała mama, Stefana brzuch boli, a przecież nic takiego nie zjadł.

A moja babcia zawsze, niezmiennie odpowiadała:

— To najlepiej, kochanie, daj mu balsamu kapucyńskiego. Na pewno nie zaszkodzi, a może pomoże.

I tak przez całe dzieciństwo, przy wszelkich okazjach, smarowano i karmiono mnie oraz moje rodzeństwo tym balsamem. Trzeba przyznać, że rzeczywiście nie chorowałem nigdy długo. Nie wiem jednak, czy tak działo się dlatego, że balsam zawierał cenne zioła i dezynfekujący spirytus, czy dlatego, że nigdy nie dolegało mi nic poważnego, a zawsze czułem nieprzepartą chęć szybkiego powrotu do zdrowia i wyrwania się spod czułej opieki babci.

Dziś już balsam kapucyński nie jest modny. Ty pewno wcale o nim nie słyszałeś. Zastępują go inne lekarstwa, z których każde jest dokładnie przeznaczone do zwalczania takiej czy innej dolegliwości.

Zniknął też ze sklepów, i to zupełnie bezpowrotnie, słynny klej „Syndetikon" sprzedawany w małych tubkach zatykanych wiecznie brudną i gubiącą się szpilką.



Ten „Syndetikon", jak głosił napis na opakowaniu, kleił wszystko. Bardzo przejęty tą reklamą, wymyślałem sobie on niedorajdów (i jeszcze o wiele gorzej) gdy, zużycia całej tubki kleju, szkło ani rusz nie chciało się trzymać skóry, a guma drewna.

Nikt bowiem mi wtedy nie powiedział, że nie ma, ba, nie może być kleju uniwersalnego.

Radzę Ci, zapamiętaj to sobie dobrze i nie daj się zwieść najszumniejszym nawet reklamom.



Małżeństwo fenolu z formaliną

Niejednokrotnie już zapewne stawałeś przed problemem, czym i w jaki sposób trwale złączyć metal z metalem, szkło ze szkłem, porcelanę z porcelaną bądź też dowolne kombinacje tych ciał, a wiec metal z porcelaną, szkło z metalem lub szkło z porcelaną.

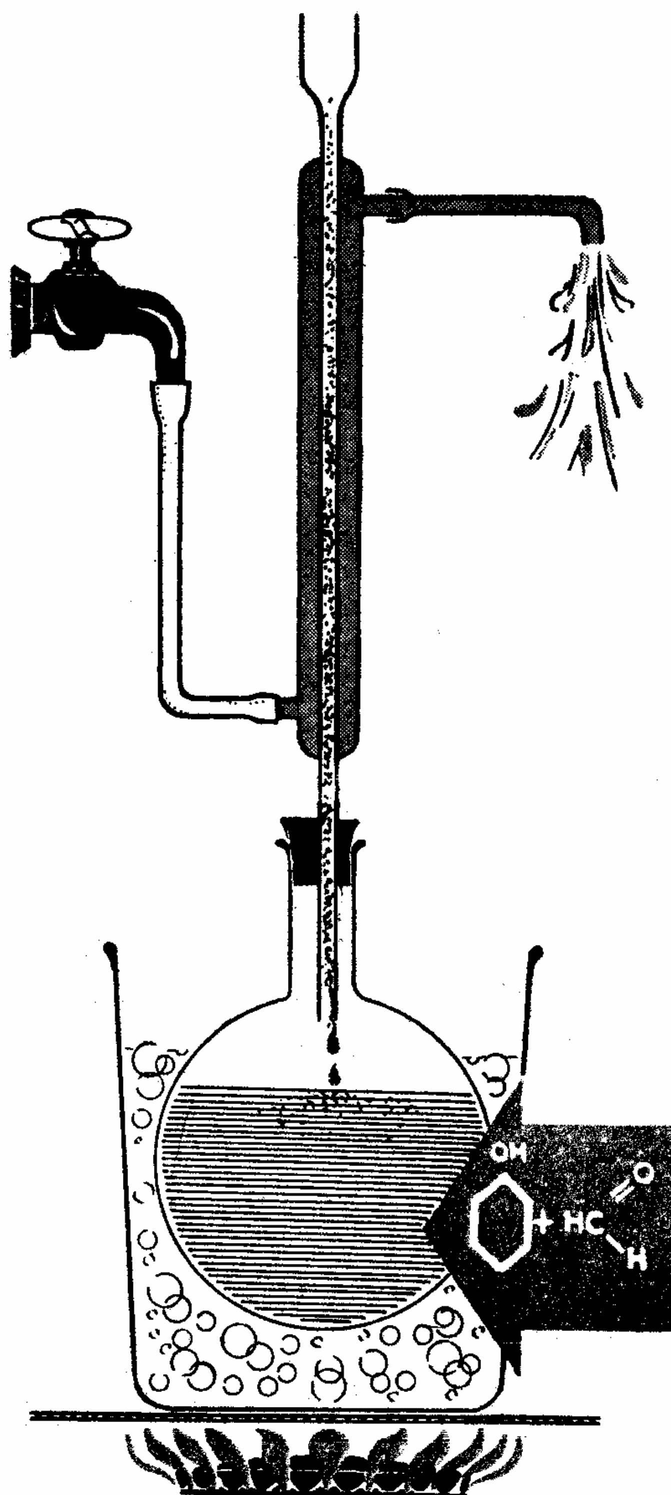
Jak już teraz wiesz z pierwszego rozdziału, sprawa jest podwójnie trudna, gdyż po pierwsze większość popularnych klejów to kleje rozpuszczalnikowe — twardniejące pod wpływem parowania bądź też wsiąkania rozpuszczalnika — a po drugie kleje te nie wyróżniają się dobrą adhezją właśnie do szkła, porcelany i metali.

Dlatego też, gdy pragniesz trwale łączyć te ciała, musisz sięgnąć do bogatego już dzisiaj skarbca klejów syntetycznych, czyli właśnie tych narodzonych w retortach.

Do Twoich celów najodpowiedniejsze będą produkty polikondensacji fenolu z formaldehydem. I teraz, bez długich wstępów, zabierzmy się od razu do roboty. Tak, zabierzmy się razem — ty będziesz wykonywał eksperymenty, a ja będę komentował ich przebieg.

Postaraj się o następujące surowce:
- 100 g fenolu (tzw. kwas karbolowy),
- 150 ml 30% formaliny (jest to wodny roztwór formaldehydu),
- 2,5 g wodorotlenku sodowego.

A teraz skoncentruj na chwilę swoją uwagę, przyjrzyj się uważnie rysunkowi, abyś dobrze zrozumiał i zapamiętał, jak należy przygotować potrzebną aparaturę. Na łaźni wodnej ustaw kolbę szklaną o pojemności 1 l. Do jej wylotu dopasuj odpowiedni korek i osadź w nim szczelnie chłodnicę zwrotną tak, jak to widzisz na rysunku. Teraz do kolby wlej wymienione surowce, uważając, aby fenol nie kapnął Ci na rękę. Proszę Cię, na wszelki wypadek przygotuj szmatkę namoczoną w denaturacie i zmyj nią natychmiast plamę fenolową, gdyby powstała przypadkiem na ręku. Fenol nie dość szybko usunięty powoduje bolesne poparzenie skóry.



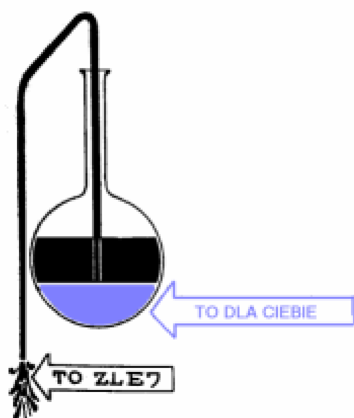
Po zamknięciu kolby chłodnicą zwrotną, zacznij powoli ogrzewać łaźnię wodną. Teraz nie wolno Ci już nigdzie odchodzić i musisz bacznie obserwować zawartość kolby. Po około 30 minutach w kolbie rozpocznie się burzliwa reakcja, przy czym jej zawartość silnie się ogrzeje. Puść wówczas przez chłodnicę silny strumień zimnej wody, a od razu zobaczysz, jak poczną się w niej skraplać pary. Z chwilą gdy w kolbie rozpocznie się burzliwa reakcja, przerwij ogrzewanie zdejmując kolbę z łaźni wodnej i poczekaj kilkanaście minut, aż

gwałtowna reakcja ustanie. Wówczas postaw kolbę ponownie na łaźni wodnej i ogrzewaj ją jeszcze przez 10 minut. Po tym czasie kolbę odstaw na kilkanaście minut.

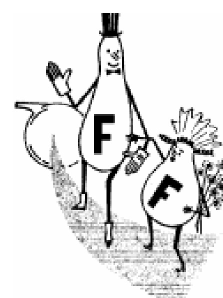
Zawartość kolby rozdzieli się na dwie warstwy. Na dół opadnie brązowoczerwona gęsta żywica, a nad nią zgromadzi się mętny, wodnisty płyn. Gdy granica między dwiema warstwami stanie się już ostra, zdemontuj chłodnicę zwrotną i, za pomocą pipety lub lewarka z rurki szklanej, usuń górną, wodnistą warstwę.

Do żywicy pozostałej na dnie kolby wlej teraz 50 ml gorącego denaturatu. W cieczy tej żywica rozpuści się po kilkunastu minutach, co możesz przyspieszyć energicznym mieszaniem.

Chcesz pewnie zaraz wypróbować swój pierwszy, własnoręcznie zsyntezowany klej, prawda? Wcale Ci się nie dziwię, na Twoim miejscu byłbym równie niecierpliwy i ciekawy jak Ty.



No, to do dzieła. Na początek zrobimy próbę z blachą aluminiową. Weź dwa równe kawałki blachy, oczyść je aż do połysku drobnym papierem ściernym i natychmiast przetrzyj szmatką umoczoną w „Tri". Gdy rozpuszczalnik ten ulotni się, obie powierzchnie pokryj równo i tak naprawdę cienko roztworem otrzymanego kleju.



Widzę, że się trochę zawahałeś i masz do mnie jakieś poważne pretensje. Domyślam się, czego dotyczą. Do znudzenia niemal wałkowaliśmy zasadę, że ciał nieprzesiąkliwych nie można łączyć klejami rozpuszczalnikowymi. Tymczasem ja sam polecam Ci teraz łączyć metale roztworem żywicy fenolowej w denaturacie.

Małe wyjaśnienie: Jak dotychczas poleciłem Ci tylko powleczenie obu przeznaczonych do łączenia powierzchni metali roztworem żywicy. Jeżeli jednak Ty sam pospieszyłeś się i na własną rękę już złożyłeś oba kawałki blachy, to pretensje pod moim adresem są zupełnie bezpodstawne.

Aby nie było nieporozumień i niedomówień, wyjaśniam, że przeznaczone do łączenia kawałki blach — po nasmarowaniu ich roztworem żywicy fenolowej — muszą poleżeć w cieple (temp. ok. 25 °C), co najmniej przez pół godziny, aby z roztworu zdołał całkowicie wyparować rozpuszczalnik — denaturat.

Ponieważ mamy teraz sporo czasu, możemy porozmawiać o reakcjach, jakie niedawno zachodziły w kolbie. Co prawda, to już w pierwszym rozdziale mówiłem trochę o reakcji fenolu z formaldehydem, ale ponieważ cały ten rozdział wydał Ci się nudny i zapewne tylko go przekartkowałeś oglądając rysunki, nie możesz mi mieć za złe, że jeszcze raz wrócę do tego tematu.

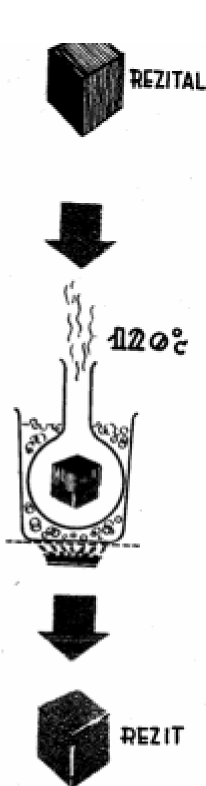
Nie będę ukrywał, że sam mechanizm polikondensacji jest bardzo zawiły i skomplikowany. Nie wdając się więc w szczegóły zapamiętaj chwilowo to, że otrzymamy zupełnie inne produkty polikondensacji fenolu z formaliną, jeżeli katalizatorem reakcji będzie kwas, a inne - jeśli zasada. I tak, w obecności kwasów, z wymienionych surowców otrzymamy tzw. **żywicę nowolakową.** Jest to ciało stałe, przy ogrzaniu topi się i można je rozpuścić w licznych rozpuszczalnikach organicznych.

Jeżeli natomiast fenol z formaldehydem reaguje w obecności ługu, wówczas w wyniku polikondensacji otrzymujemy tzw. **żywicę rezolową.** Żywica ta odznacza się

bardzo ważną cechą, a mianowicie termoutwardzalnością. Znaczy to po prostu, że żywica rezolową ogrzewana utwardza się. Nie zachodzi to oczywiście momentalnie.

Świeżo otrzymana żywica rezolowa jest topliwa i rozpuszczalna w alkoholu czy acetonie. Jednak po kilkunastu minutach ogrzewania stopiona żywica gęstnieje i przechodzi w tzw. **rezital**. W tym stanie jest ona jeszcze topliwa, ale staje się już nierozpuszczalna.





Dalsze kilkanaście minut ogrzewania i nasz rezital przechodzi w **rezit,** substancję twardą, mocną, wytrzymałą, nietopliwą i w niczym nierozpuszczalną.

No, ale tymczasem warstwy żywicy na blachach aluminiowych już zupełnie wyschły, więc powlecz je jeszcze raz wykonanym roztworem, równie cienko jak poprzednio i połóż, aby schły, a ja skończę Ci opowiadać o żywicach fenolowych.

O żywicach nowolakowych mówić więcej nie będziemy, gdyż nie mają one zastosowania jako kleje, a interesują one tylko modelarzy i amatorów przetwórstwa tworzyw sztucznych.

Jeżeli natomiast chodzi o żywice rezolowe, przechodzące poprzez rezital w rezit, to posłużę się takim oto obrazowym porównaniem.

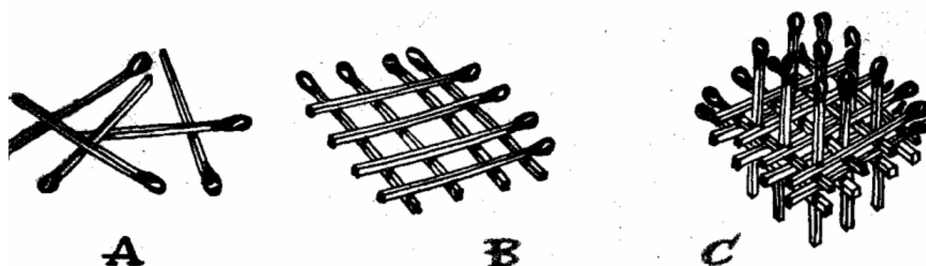
Łączenie się fenolu z formaldehydem jest reakcją polikondensacji, dzięki której z obu tych surowców powstają początkowo cząsteczki-olbrzymy o kształcie łańcuchów.



Te łańcuchy łańcuchy to właśnie rezol. Możemy je porównać do pni drzew. W czasie ogrzewania, ustawione równolegle do siebie poszczególne łańcuchy rezolu zaczynają się łączyć chemicznie dając rezital. A więc z pojedynczych pni drzewnych powstaje już coś płaskiego, jakby rodzaj tratwy.

Ale my ogrzewamy rezital dalej. Teraz wyobraź sobie, że zaczynamy kłaść tratwy jedną na drugą i wzmacniać je potężnymi klamrami. Co wówczas otrzymamy? — Wielką,

trójwymiarową bryłę. Jest to właśnie nasz rezit. Tworzą go splątane i wzajemnie powiązane chemicznie cząsteczki ułożone w trójwymiarową bryłę.

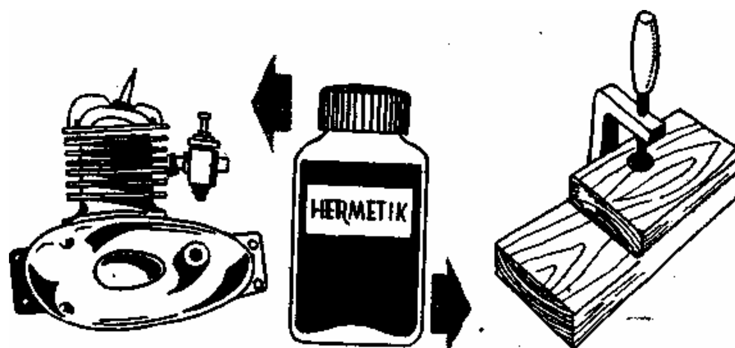


Czas teraz zająć się blachami.

Jeżeli klej całkowicie już wysechł, połóż jedną blachę na drugą, ściśnij je mocno ręcznym imadełkiem lub prasą i postaw na nich gorące żelazko elektryczne. Jeżeli jednak jest to niemożliwe, to ściśnięte kawałki blachy umieść na 40 minut w gorącym piekarniku, ponieważ temperatura utwardzania rezolu wynosi 118—120 °C. Po należytym utwardzeniu sam przekonasz się, jak mocne złącza dają kleje fenolowe.

Kleje te zresztą można również utwardzać na zimno podając odpowiednie katalizatory. Niestety, związki te są rzadko spotykane w sprzedaży. Dlatego to nie będę Ci już więcej podawał recept na kleje fenolowe, gdyż są one w domowych warunkach niewykonalne, a za to opiszę Ci nieco dokładniej własności i sposób stosowania klejów fenolowych możliwych do nabycia w sklepach.

Tak więc w sklepie z artykułami motoryzacyjnymi, nabędziesz bez trudu tzw. „Hermetik" lub „Hermatol".



Niezależnie od nazwy, jest to alkoholowy roztwór żywicy rezolowej, a więc żywicy termoutwardzalnej. Preparat ten stosuje się m. in. do uszczelniania różnych części silników spalinowych; możesz z powodzeniem użyć go jako kleju do łączenia drewna, metalu, szkła i ceramiki. Klej ten utwardzamy utrzymując go w temperaturze 120 °C w ciągu czterdziestu minut.

1. W handlu dostępny też jest już od paru lat jeszcze jeden klej fenolowo-formaldehydowy krajowej produkcji o nazwie „BWF-21" i „BWF-41". Oba te kleje są alkoholowymi roztworami żywic fenolowo-formaldehydowych z pewnymi jeszcze dodatkami zwiększającymi przyczepność i podnoszącymi elastyczność spoiny. Kleje te przeznaczone są przede wszystkim do łączenia metali z metalami oraz metali ze szkłem. Utwardzanie przeprowadza się przez ogrzewanie.

A teraz uważaj. Podam Ci najważniejsze wskazówki dotyczące techniki posługiwania się klejami fenolowo-formaldehydowymi. Jeśli się do nich nie zastosujesz, zmarnujesz tylko doskonały klej, elementy przeznaczone do klejenia oraz wiele czasu. Pamiętaj więc, że kleje fenolowo-formaldehydowe, mimo że utwardzane na gorąco, są roztworami, alkoholowymi lub acetonowymi. Z tego wniosek jasny, że skoro klejami takimi chcesz łączyć materiały nieporowate jak metale, szkło, porcelanę, musisz dbać o dokładne wysuszenie spoiny przed jej utwardzeniem. Jeżeli tego zaniedbasz, rozpuszczalnik zawarty jeszcze w spoinie zacznie podczas utwardzania gwałtownie parować, rozrywając ją i powodując powstawanie licznych pęcherzy. Oczywiście, pęcherze te poważnie osłabiają spoinę.

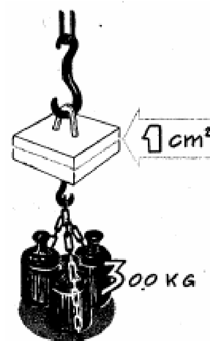
Suszenie spoiny jest szczególnie ważne przy dwukrotnym powlekaniu klejem. Jeżeli bowiem zbyt szybko pokryjesz świeżym klejem jeszcze nie dokładnie wysuszoną warstwę kleju, wówczas błonka utworzona na powierzchni górnej warstwy uniemożliwi wyparowanie rozpuszczalnika z warstwy pierwotnej. Tak więc przy łączeniu materiałów nieprzesiąkliwych, nieporowatych klejami fenolowo-formaldehydowymi dbaj o dokładne wysuszenie warstewki kleju przed jego utwardzeniem. Zanim jednak przystąpisz do powlekania powierzchni klejem , musisz ją najpierw starannie oczyścić. W przypadku klejenia metali, z ich powierzchni musi być usunięta rdza i tlenki. Dalej, powierzchnie przeznaczone do klejenia trzeba starannie odtłuścić. Radzę postępować tak:

a) powierzchnię zmyć czystą benzyną (nie wolno używać samochodowej),
b) oczyścić dokładnie papierem ściernym lub pilnikiem,
c) przemyć „Tri", a po wyschnięciu pokryć od razu roztworem kleju.

Pamiętaj przy tym, iż oczyszczonych i odtłuszczonych powierzchni nie wolno dotykać nawet najdokładniej umytymi rękami.

Po nałożeniu kleju, suszy się go 2—3 godziny w temperaturze około 30 °C, po czym nakłada się wtórną warstwę. Teraz po wysuszeniu łączy się ze sobą oba elementy, ściska i ogrzewa w celu utwardzenia. Czas utwardzania zależy ściśle od temperatury. l tak, w temperaturze 140 °C utwardzanie trwa 2 godziny, zaś w temperaturze 100 °C — 5 godzin. Podczas utwardzania konieczny jest stały nacisk wynoszący 2—3 kG/cm^2.

Jeżeli wszystko wykonasz starannie, to otrzymasz złącze bardzo wytrzymałe. Na przykład, aby rozerwać tak złączone dwa kawałki metalu o powierzchni 1 cm^2, potrzebna jest siła około 300 kG. Nic więc dziwnego, iż wytrzymałość złączy uzyskanych za pomocą klejów „BWF-21" i „BWF-41" przewyższa wytrzymałość złączy nitowanych czy lutowanych.



Gdy chcesz kleić szkła, musisz umyć je starannie gorącą wodą i mydłem, po czym odtłuścić kąpiąc przez 15 minut w tzw. mieszaninie chromowej.

Mieszanina chromowa jest najlepszym środkiem do oczyszczania powierzchni szklanych od resztek tłuszczów. Podaję Ci sposób jej przyrządzania: rozpuść 10 g drobno sproszkowanego dwuchromianu potasowego lub sodowego w 15 ml wody i wlej po ściankach naczynia 8 ml stężonego kwasu siarkowego.

Uwaga. Podczas dodawania kwasu siarkowego mieszanina bardzo się rozgrzewa.

Po 15 minutowej kąpieli w mieszaninie chromowej szkło płucze się wodą zwykłą, a następnie destylowaną, po czym dokładnie suszy.

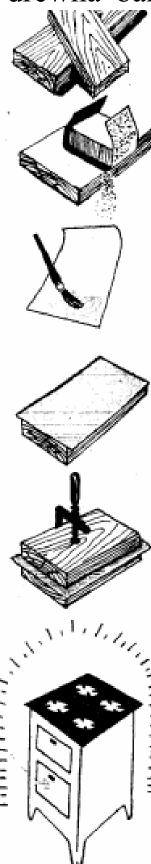
Szkło, podobnie jak metale, należy pokryć klejem co najmniej dwukrotnie. Wytrzymałość otrzymanego złącza zależeć będzie w pierwszym rzędzie od staranności umycia i odtłuszczenia powierzchni szkła.



Jeżeli teraz zdarzyłoby Ci się łączyć metal ze szkłem, to nie zapominaj, że oba te materiały mają bardzo różniące się od siebie współczynniki rozszerzalności cieplnej. Dlatego też ściśnięte elementy ogrzewaj do temperatury 140° C powoli, stopniowo, a zwłaszcza powoli je studź. Jeżeli bowiem gorący klejony element ostudzisz gwałtownie, to szybko i znacznie kurczący się metal spowoduje popękanie szkła.

Znacznie mniej zabiegów przygotowawczych wymaga klejenie drewna. Tu wystarczy powierzchnie przetrzeć papierem ściernym. Ponieważ jednak drewno jest porowate i wsiąkliwe, musisz je pokryć klejem dwu- lub trzykrotnie i to grubo. Tutaj zasadniczym warunkiem powodzenia jest suchość drewna. Jeżeli jest ono mokre, lepiej w ogóle zaniechaj klejenia.

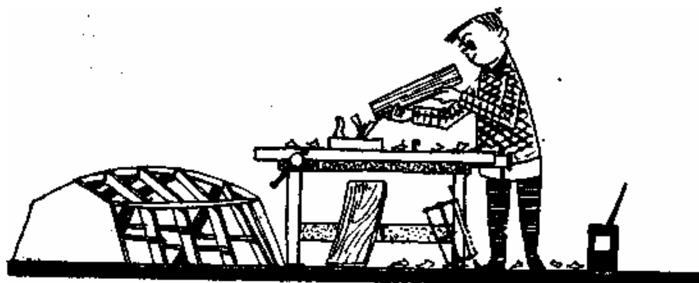
Dam Ci jeszcze jedną praktyczną radę. Otóż w przypadku klejenia drewna bardzo wygodnie jest posługiwać się tzw. suchymi błonami klejowymi. Błonę taką otrzymasz nasycając alkoholowym roztworem kleju cienką bibułkę, np. maszynową. Nasyconą klejem bibułkę wysusz w temperaturze pokojowej. Gdy przystępujesz do klejenia drewna, z arkusza wysuszonej już bibułki wycinasz odpowiedniej wielkości kawałek, umieszczasz go pomiędzy łączonymi elementami, całość ściskasz i normalnie utwardzasz na gorąco. W pierwszym okresie ogrzewania klej, którym nasycona jest bibułka, topi się, oblewając powierzchnię drewna, po czym w czasie dalszego ogrzewania ulegnie utwardzaniu. Tak otrzymana spoina jest bardzo wytrzymała mechanicznie, a co jeszcze ważniejsze, zupełnie nie boi się wody ani żadnych innych rozpuszczalników. (Klejami fenolowymi możesz również łączyć tworzywa termoutwardzalne, a więc bakelit, wyroby mocznikowe, melaminowe).



Przyrodnie rodzeństwo

Przyrodnim rodzeństwem omówionych przed chwilą klejów fenolowo-formaldehydowych są kleje otrzymywane z żywic mocznikowo-formaldehydowych.
A więc, jak widzisz, powiedzenie: „rodzeństwo przyrodnie" pasuje tu doskonale, bowiem i tu i tam jako wspólny składnik występuje formaldehyd.

Kleje otrzymywane z żywic mocznikowo-formaldehydowych są najlepszym i najtrwalszym środkiem do łączenia drewna. Otrzymana z nich spoina jest nie tylko ogromnie wytrzymała mechanicznie, jest nie wrażliwa na działanie wilgoci, ba, nawet wody.



To właśnie przy użyciu klejów mocznikowych produkowana jest wodoodporna sklejka. Takimi również klejami łączone są drewniane elementy w szkutnictwie i modelarstwie.
Sądzę, że masz na pewno wielką ochotę otrzymać w swym laboratorium żywicę mocznikową. Jest to zamiar zupełnie realny i dość łatwy do przeprowadzenia pod warunkiem, że zdobędziesz uniwersalne papierki wskaźnikowe, gdyż jednym z decydujących warunków powodzenia jest ciągła, i to do tego dokładna, kontrola odczynu reagujących surowców.

Aby wykonać klej mocznikowy, musisz zdobyć:

mocznik	- 60 g
formalina 33%	- 166 ml
woda utleniona 3%	- 2,4 ml
2 n roztwór wodorotlenku sodowego, NaOH	- 20 ml

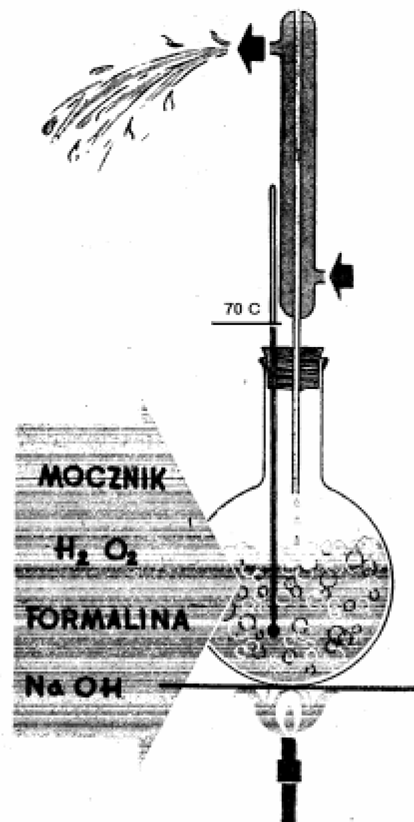
uniwersalne papierki wskaźnikowe o zakresie 5—8 pH.

W tym miejscu nie mogę się wdawać w dosyć trudną definicję pH. Zapamiętaj więc tylko, iż jest to jednostka stosowana do oznaczania odczynu. I tak, mocne kwasy mają pH 1, słabe 2—5. 7 pH mają roztwory wodne obojętne. Dalej, słabe zasady mają pH 8—9, mocne zaś pH12-14.

Do półlitrowej kolbki szklanej, ustawionej na siatce na trójnogu, wlej 166 ml 33% formaliny. Teraz dodawaj do niej kroplami 2 n roztwór wodorotlenku sodowego, całość starań nie mieszaj i badaj papierkiem pH roztworu. Musisz pH roztworu doprowadzić do 7. Gdy tego dokonasz, dodaj do kolby 60 g mocznika i zacznij całość powoli ogrzewać.

Wylot kolby zamknij korkiem z dwoma otworami. W jednym, większym otworze, osadź pionowo chłodnicę zwrotną, w drugim zaś otworze umieść termometr tak, aby jego zbiorniczek z rtęcią znajdował się w środku warstwy roztworu.

Po upływie 3 minut od chwili rozpoczęcia ogrzewania mocznik rozpuści się całkowicie, a po dalszych 10—15 minutach rozpocznie się wrzenie roztworu. Zwracaj bacznie uwagę na termometr. Gdy temperatura wynosić już będzie 70° C, popatrz na zegarek i od tej pory ogrzewaj kolbkę jeszcze przez 30 minut. Przez cały ten czas roztwór w kolbie powinien łagodnie wrzeć.



W tym czasie w kolbie zachodzi reakcja wstępnej polikondensacji mocznika z formaliną.

Po 30 minutach ogrzewania, nie przerywając wrzenia, przez chłodnicę zwrotną wlej od góry 2,4 ml 3% wody utlenionej. Woda utleniona spełnia tu rolę katalizatora dalszej polikonden-sacji. Od chwili dodania wody utlenionej zawartość kolby ogrzewaj do wrzenia jeszcze przez 25 minut. Następnie powstałą żywicę przelej na gorąco do parowniczki i, dodając kroplami 2n roztwór wodorotlenku sodowego, doprowadź pH do 7. Oczywiście każdorazowo po dodaniu paru kropel NaOH i wymieszaniu całości mierz pH papierkiem.

Pamiętaj, że kolbę trzeba od razu umyć denaturatem. W przeciwnym razie, gdy pozostała na ściankach żywica ulegnie utwardzeniu, nie usuniesz jej już niczym i kolba będzie do wyrzucenia.

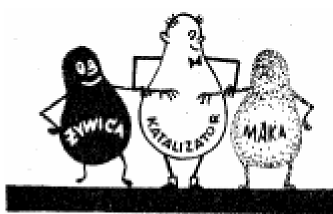
Otrzymany przez Ciebie roztwór żywicy jest jeszcze zbyt rzadki, aby można go było użyć jako kleju. Dlatego też będziesz jeszcze musiał odparować z tego roztworu 30—40 ml wody.

Ale uważaj dobrze. W czasie odparowywania wody temperatura roztworu nie może przekroczyć 80° C. Oczywiście, nikt Ciebie nie skontroluje, jeżeli nawet, przez pośpiech czy przez niedbalstwo, nie odparowywałeś roztworu w temperaturze 80° C, lecz wyższej. Początkowo więc oszukaństwo będzie nie wykryte, ale gdy przystąpisz do klejenia, wszystko się wyda. Klej nie będzie się nadawał do użytku lub też, w najlepszym razie, spoina puści lub w ogóle nie utwardzi się. Dlatego to podczas odparowywania wody mieszaj stale roztwór i nie dopuszczaj, aby temperatura przekroczyła nawet 75° C.

Po odparowaniu przewidzianej ilości wody żywica nadaje się już do wyrobu kleju.

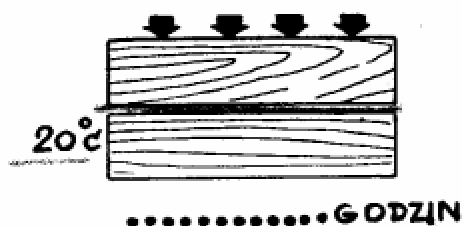
W skład kleju mocznikowego, obok żywicy mocznikowo-formaldehydowej, wchodzi jeszcze:

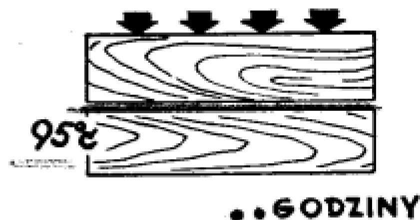
a) wypełniacz,
b) katalizator.



Wypełniaczem, którego używa się 10—20% w stosunku do ilości użytej żywicy, może być mąka żytnia lub ziemniaczana.

Z kolei katalizatorem powodującym ostateczne utwardzanie się żywicy mocznikowej jest kwas bądź też substancja o odczynie kwaśnym. Jako katalizator utwardzania można stosować kwas solny, kwas szczawiowy lub chlorek amonowy.





2. A oto przepis szczegółowy:

roztwór żywicy mocznikowej - 100 g
mąka żytnia - 10 g
20% roztwór chlorku amonowego - 10 ml

Klej otrzymany po wymieszaniu składników musisz zużyć w przeciągu 25 — 30 minut. Po tym czasie następuje już nieodwracalne utwardzenie się żywicy.

A oto przepis na klej o „żywotności" ok. 2 godzin:

roztwór żywicy mocznikowej - 100 g
mąka żytnia - 30 g
20% roztwór chlorku amonowego - 10 ml

Oba podane kleje służą do łączenia drewna na zimno.

Drewno przeznaczone do klejenia musi być czyste i suche. Obie powierzchnie pokrywa się klejem, składa ze sobą, po czym utwardza spoinę pod naciskiem przez 12 godzin. Te same kleje ogrzane do 95° C utwardzają się już po 2 godzinach.

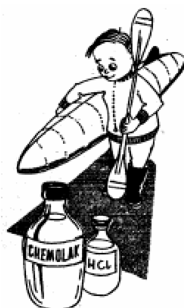
Ponieważ samodzielne wykonanie żywicy mocznikowej jest jednak dosyć trudne i pracochłonne, podaję Ci nazwy możliwych do nabycia klejów mocznikowo-formaldehydowych.

W tej chwili znajdują się na rynku kleje mocznikowe: „KMC-40", „KMC-60", „KMC-70". Wszystkie one są wodoodporne, przy czym łączone nimi elementy możesz następnie malować zarówno lakierami olejnymi, jak też i lakierami „Nitro".

Musisz jednak pamiętać o sposobach utwardzania handlowych klejów mocznikowych. I tak, klej KMC-40 może być utwardzany tylko na gorąco. Natomiast dwa pozostałe utwardzać można na zimno, no i oczywiście również na gorąco.

Utwardzaczami handlowych klejów mocznikowych mogą być: kwas szczawiowy, kwas mrówkowy lub chlorek amonowy (salmiak). Poniżej podaję Ci przepis na odpowiedni dla Twoich celów klej mocznikowy „KMC-60" lub „KMC-70".

3. 100 g jednego z podanych klejów wymieszaj dokładnie z 5 g mąki żytniej lub ziemniaczanej. Osobno, w 8 ml wody, rozpuść 4 g chlorku amonowego, po czym roztwór ten wymieszaj z roztworem żywicy z mąką.



Jednorazowo rozrabiaj tylko tyle kleju, ile zużyjesz w przeciągu 30 minut. Po tym czasie oba podane kleje twardnieją już nieodwracalnie i nie nadają się do "użycia.

Spoina wykonana opisanymi klejami nabiera pełnej wytrzymałości po 10 godzinach.



I wreszcie przypominam jeszcze, że podczas utwardzania spoiny konieczny jest nacisk rzędu 2—5 kG/cm^2.

Klejem o podobnym zastosowaniu jest również dostępny do nabycia w sklepach lakier do podłóg „Chemolak".

Lakier „Chemolak" jest to mieszanina roztworów żywic mocznikowo-formaldehydowych i melaminowo-formaldehydowych. Przez dodanie odpowiedniego katalizatora, którym jest zwykle kwas szczawiowy lub kwas solny, zapoczątkowujemy już w temperaturze pokojowej proces utwardzania się mieszaniny żywic. Po wymieszaniu z katalizatorem, lakier „Chemolak" stopniowo gęstnieje aż po kilkunastu godzinach (zależnie do grubości powłoki) daje bardzo twardą, elastyczną błonkę.

Lakier „Chemolak" nadaje się szczególnie do wykonywania poszyć kajaków z papieru i płótna metodą oklejania. Stosując ten klej musisz też pamiętać, że porcja raz zmieszana z katalizatorem już po godzinie nieodwracalnie twardnieje.

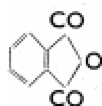
Jestem pewien, że jak na chemika przystało, umyjesz od razu denaturatem wszystkie naczynia, w których przeprowadzałeś reakcje z żywicą mocznikowo-formaldehydową bądź też z lakierem do podłóg „Chemolak".

Gliceryna służy nie tylko do smarowania rąk

Teraz pragnę Ci podać przepis oraz zapoznać Cię ze sposobem użycia pewnej żywicy syntetycznej, a mianowicie żywicy gliptalowej. Żywicę tę, powstającą w wyniku reakcji polikondensacji, otrzymasz przez łączenie się gliceryny z bezwodnikiem kwasu ftalowego.

Jak zapewne pamiętasz, żywice otrzymywane w reakcjach polikondensacji są dla nas szczególnie cenne, gdyż cechuje je termoutwardzalność. Stąd też prosty wniosek, że jeżeli pozwoli na to kapryśna często adhezja, żywica gliptalowa powinna nadawać się do łączenia ceramiki, szkła ze szkłem, szkła z metalami, metali z metalami, tkanin, skóry i korka z metalami, jak również termoutwardzalnych tworzyw sztucznych.

Zacznijmy od niezbędnych surowców. Pierwszy z nich, bezwodnik kwasu ftalowego o wzorze:



Jest to ciało stałe bezbarwne, spotykane w handlu pod postacią płatków lub łusek. Związek ten można nabyć we wzorcowych sklepach chemicznych.

Drugiego surowca o wzorze $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2OH$ opisywać Ci bliżej nie będę, gdyż jest to wszystkim dobrze znana gliceryna: gęsta, bezbarwna i słodkawa ciecz

stosowana w kosmetyce domowej do smarowania spierzchniętych rąk. Radzę Ci jedynie, o ile możności, staraj się używać glicerynę jak najbardziej stężoną, tj. o jak najmniejszej zawartości wody.

Otrzymywanie z gliceryny i bezwodnika kwasu ftalowego, tzw. kleju gliptalowego, jest proste, gdyż polega tylko na przeprowadzeniu w podwyższonej temperaturze polikondensacji obu surowców. Podobnie jednak, jak w przypadku otrzymywania żywicy fenolowej, tak też i tu produkt można otrzymać w różnych stadiach polikondensacji.

Rozróżniamy trzy stany polikondensacji żywicy gliptalowej.

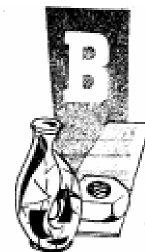
Oto po kilkudziesięciu minutach ogrzewania surowców otrzymuje się żywicę gliptalową w stanie *A*. W tym stanie żywica na zimno jest trochę lepiącym się ciałem stałym. Ogrzewana łatwo się topi, a poza tym dobrze rozpuszcza się w acetonie i innych rozpuszczalnikach organicznych.

Dalsze ogrzewanie żywicy w stanie stopionym powoduje przejście jej w stan B. Po ostygnięciu żywica krzepnie na twarde, szkliste ciało stałe. Teraz żywica jest jeszcze na gorąco topliwa, ale za to staje się już bardzo mało rozpuszczalna.

Jeszcze kilkanaście minut ogrzewania, a żywica gliptalowa przechodzi w stan *C*. W tym stanie jest już nietopliwa i zupełnie nierozpuszczalna.

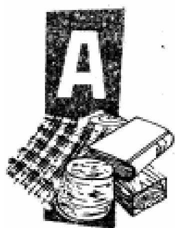
Jak widzisz, jest ona bardzo podobna do rezolu, rezitalu i rezitu, o których dokładnie mówiliśmy przed chwilą.

Do klejenia można używać żywicy gliptalowej w stanie *A* lub B, w zależności od rodzaju klejonego materiału. I tak, jeżeli żywicą tą chcesz łączyć materiały porowate, a więc tekturę, tkaniny, drewno, korek, płyty pilśniowe, wówczas z żywicy w stanie polikondensacji *A* sporządzasz acetonowe roztwory.



Natomiast w przypadku łączenia materiałów nieporowatych i nieprzesiąkliwych, a więc metali, szkła, ceramiki, stosuje się żywicę gliptalową w stanie B. W pierwszym przypadku (materiały porowate) łączone powierzchnie powleka się dwukrotnie grubo roztworem żywicy. Po częściowym wyparowaniu rozpuszczalnika, gdy żywica jest jeszcze bardzo lepka, oba łączone elementy ściska się ze sobą. W celu utwardzenia spoiny, spawany element ogrzewa się do temperatury 130° C przez 40 minut.

Zupełnie natomiast inaczej wygląda technika klejenia żywicą gliptalową materiałów nieporowatych. Tu przede wszystkim używamy żywicy w stanie B odlanej w formie pałeczki. Pałeczką taką pociera się ogrzane do temperatury 130° C powierzchnie przedmiotów. Żywica topi się i oblewa powierzchnie. Oba elementy należy wówczas szybko złączyć, razem ścisnąć i pozostawić tak aż do całkowitego ostygnięcia.



Prawidłowo otrzymana żywica gliptalową jest ciałem bezbarwnym, przezroczystym i szklistym. Ma to duże znaczenie zwłaszcza przy łączeniu szkła ze szkłem, gdyż spoina jako bezbarwna i przezroczysta jest niemal całkowicie niewidoczna.

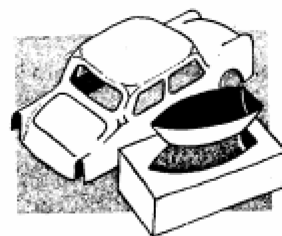
Spoina z żywicy gliptalowej w stanie *C* odznacza się dużą wytrzymałością na rozrywanie, ale z racji swej kruchości nie jest zbyt odporna na wstrząsy czy uderzenia. Dlatego to, jeżeli nie zachodzi konieczność, radzę Ci spoiny nie utwardzać i pozostawić w stanie polikondensacji B. W tym stanie żywica gliptalową jest jeszcze co prawda topliwa, ale za to odznacza się doskonałą wytrzymałością mechaniczną.

Jak widzisz, nie można tu podać ścisłych wskazówek, trzeba samemu umieć wybrać najodpowiedniejszą odmianę żywicy nadającą się do danego celu. Na tym właśnie polega, między innymi, sztuka dobrego klejenia; trzeba znać wiele przepisów, wiele klejów i umieć w danym momencie dobrać najlepiej odpowiadający.

Przy klejeniu żywicą gliptalową materiałów nieporowatych obowiązuje, tak samo jak przy użyciu klejów fenolowo-formaldehydowych, dokładne przygotowanie powierzchni. Dotyczy to przede wszystkim odtłuszczenia, które musi być przeprowadzone bardzo starannie.

Kleje gliptalowe nadają się specjalnie dobrze do nakładania na metale, tkaniny, skórę, filc, korek.

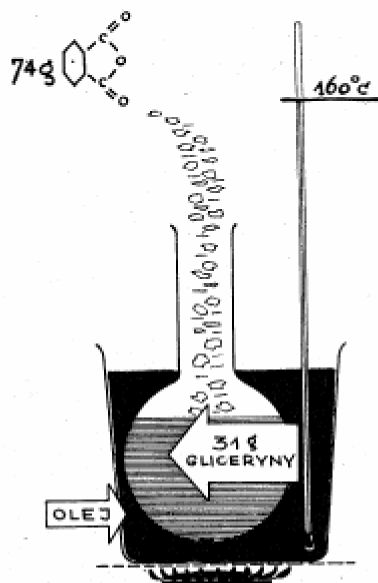
I jeszcze to może Cię zaciekawić, że żywica gliptalowa w stanie polimeryzacji B jest doskonałym surowcem odlewniczym. Z żywicy gliptalowej możesz, przy użyciu gipsowej formy, bardzo łatwo otrzymać odlewy kół, nadwozi samochodzików czy jakichkolwiek innych elementów modelarskich. W razie potrzeby ciekłą żywicę gliptalową można łatwo zabarwić na żądany kolor. Znasz już wystarczająco dokładnie zalety i wady klejów gliptalowych, jak również ich zastosowanie, najwyższy więc czas zapoznać się z metodą otrzymywania żywicy gliptolowej z bezwodnika ftalowego i gliceryny.



4. Do zlewki szklanej o pojemności 250 ml wsyp 74g bezwodnika kwasu ftalowego, po czym wlej 31 g gliceryny. Zlewkę wstaw do jakiegoś większego naczynia, na przykład żeliwnego lub emaliowanego garnka, napełnionego olejem (musi to być olej gęsty, znoszący bez rozkładu temperaturę 200° C). Naczynie napełnione olejem stanowi tzw. łaźnię olejową. W oleju zanurz zlewkę, a obok niej zawieś termometr (zakres minimum do 200° C). Podczas ogrzewania naczynia z olejem należy jego temperaturę powoli podwyższać do 160° C. Od początku ogrzewania zawartość zlewki musisz wciąż mieszać.

Już po paru minutach ogrzewania białe płatki bezwodnika kwasu ftalowego rozpuszczą się dając bezbarwną, klarowną ciecz.

Ogrzewanie do temperatury 160° C winno trwać około 60 minut. Po godzinie od chwili rozpoczęcia ogrzewania musisz co 5 minut pobierać próbki. W tym celu do zlewki zanurzaj pręcik szklany, pobieraj kroplę ciekłej, klarownej mieszaniny i nakładaj ją na szklaną szybkę. Jeśli po ostygnięciu, co trwa 1—2 minuty, kropelka jeszcze lekko lepi się do palców, oznacza to, że żywica gliptalowa znajduje się w stadium polikondensacji A Przypominam, że w tym stanie żywica jest topliwa (termoplastyczna) i doskonale rozpuszczalna, np. w acetonie.

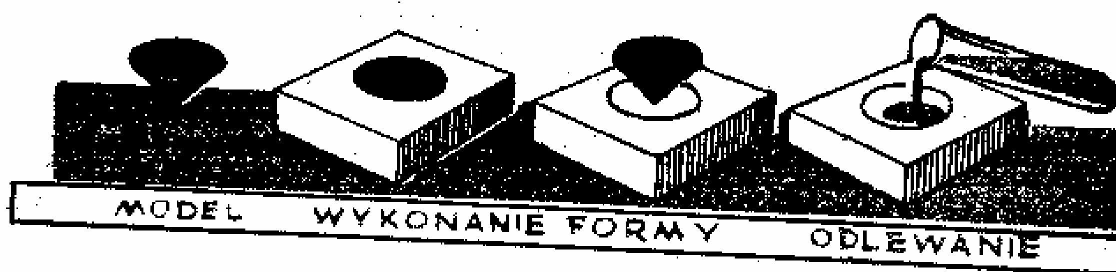


Częste pobieranie próbek ma na celu otrzymanie żywicy w pożądanym przez Ciebie stanie polikondensacji B.

Jeżeli więc po ostudzeniu próbka jest jeszcze lepka, całość mieszaj i ogrzewaj nadal aż do momentu, gdy pobrana i wystudzona próbka da stałe ciało szkliste, nie lepiące się już do ręki.

Po osiągnięciu tego stanu, czyli stanu polikondensacji B, stopioną żywicę wylej do rynienki blaszanej lub kartonowej wyłożonej kawałkiem gumy, np. z dętki rowerowej. Guma jest bowiem jedynym ciałem, do którego gliptal wykazuje niską adhezję. Po ostygnięciu, w formach takich powstaną bezbarwne, szkliste pałeczki. W przypadku gdy z żywicy gliptalowej chcesz wykonać jakieś odlewy, to po osiągnięciu stanu polikondensacji B ciekłą żywicę wlej szybko do poprzednio przygotowanej formy. Jak już wspomniałem, formy takie wykonać można z gipsu. Należy jednak pamiętać, iż przed przystąpieniem do odlewu trzeba formę gipsową bardzo starannie wysuszyć. W przeciwnym bowiem razie forma pęka, a wydzielająca się para wodna może spowodować pryskanie gorącej żywicy, co grozi poparzeniem. Aby odlew dobrze wychodził z formy i był gładki, wnętrze formy musisz dokładnie wyparafinować lub wysmarować oliwą.

Jeżeli polikondensację prowadzi się w zbyt wysokiej temperaturze lub gdy żywicę ogrzewa się zbyt długo, żywica staje się bardzo krucha i wskutek częściowego rozkładu przybiera barwę żółtą.



Ostatni krzyk techniki

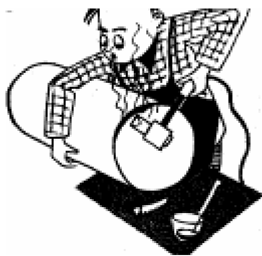
Jeżeli naprawdę interesujesz się klejami, to zapewne nieraz już słyszałeś nazwę: „żywica epoksy" lub „klej epoksy".

Otóż kleje epoksydowe, otrzymywane z żywic o tej samej nazwie, są, bez przesady, ogromnym osiągnięciem chemii na przestrzeni ostatnich paru lat. Dzięki licznym zaletom kleje te znalazły od razu ogromne zastosowanie niemal we wszystkich dziedzinach przemysłu. Służą one do łączenia aluminium i jego stopów, żelaza, żeliwa, metali kolorowych i ich stopów, porcelany, szkła, tworzyw termoutwardzalnych oraz różnych kombinacji tych ciał.

Kleje epoksydowe są odporne na wysokie temperatury, jak żaden inny klej, nie zmieniają bowiem swoich właściwości nawet w temperaturach do 250° C.

Utwardzanie spoiny może się odbywać na gorąco lub też zupełnie na zimno, i to bez konieczności stosowania nacisku. Otrzymana spoina posiada ogromną wytrzymałość mechaniczną, a ponadto jest odporna chemicznie.

Kleje epoksydowe doskonale zwilżają szkło, ceramikę, metale i są przy tymi doskonałą izolacją elektryczną.



Utwardzony klej epoksydowy daje twardą, zupełnie nie kruchą, szklistą masę, która z powodzeniem służy do wypełniania nierówności lub też zalewania różnych elementów czy uzupełniania brakujących fragmentów klejonych przedmiotów (np. brakujących kawałeczków szkła czy ceramiki).

Nic więc dziwnego, że kleje te stały się obecnie na całym świecie nadzwyczaj popularne. Może zdziwiło Cię, że użyłem tu liczby mnogiej. Otóż postąpiłem celowo, gdyż z **żywic epoksydowych produkowane są zasadniczo dwa rodzaje klejów. Są to kleje utwardzane na gorąco oraz kleje utwardzane zupełnie na zimno.**

O tym, z czego i jak produkowane są żywice epoksydowe, nie będę się długo rozwodził, gdyż są to związki wielkocząsteczkowe, bardzo skomplikowane i nie może być mowy o ich wyrobie w warunkach domowych. Ogólnie biorąc, żywice te powstają w wyniku polikondensacji pochodnych fenolu (zawierających co najmniej dwie grupy OH) z epichlorowcohydrynami (np. epichlorohydryną gliceryny). W zależności od rodzaju użytych surowców, jak też i sposobu prowadzenia polikondensacji, powstają żywice o konsystencji ciekłej lub stałej.

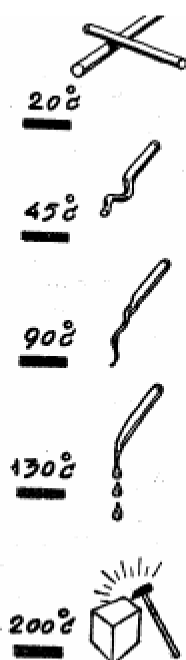


Kleje epoksydowe utwardzane na gorąco spotkać można w sprzedaży w postaci proszków lasek czy też roztworów.

Kleje w postaci stałej, a więc proszki bądź też laski stanowią gotową już mieszaninę żywicy epoksydowej z tzw. utwardzaczami. Utwardzacze są to związki chemiczne, kto reagując z żywicą zamieniają całą mieszaninę w ciało nietopliwe i nierozpuszczalne. Utwardzacz zaczyna reagować z żywicą dopiero przy dłuższym ogrzewaniu w temperaturze 130° C.

Nie utwardzone jeszcze stałe żywice epoksydowe po ogrzaniu do 45—50° C miękną i stają się ciastowate. W temperaturze 90—100° C przechodzą one w gęstą lepką ciecz, ale po osiągnięciu 130° C stają się zupełni rzadkie i płynne.

Ta właściwość pozwala na bardzo prosty sposób łączenia różnych ciał klejami epoksydowymi. Tak wiec przeznaczone do łączenia elementy ogrzewa się do temperatury 130° C, po czym posypuje proszkiem bądź też pociera pałeczką kleju. Klej natychmiast topi się zwilżając dokładnie powierzchnie. Teraz wystarczy tylko obie powierzchnie złożyć ze sobą i ogrzewać dalej w celu utwardzenia spoiny.



Podobnie jak w przypadku poprzednio omawianych klejów (fenolowych i gliptalu), czas utwardzania spoiny ściśle zależy od temperatury, l tak na przykład w temperaturze 200° C utwardzanie trwa 30—40 minut, w temperaturze 160° C - 4 godziny, a w 130° C -już całe 12 godzin.

W tym miejscu zastanawiasz się może, po co ja właściwie wszystko to piszę. Czy to nie jest jakby lizanie cukierka przez szybę? Przecież i tak kleju takiego w domu nie wykonasz. Więc?

5. Otóż zrobię Ci miłą niespodziankę. – Kleje epoksydowe produkowane są przez nasz przemysł i znajdują się w handlu pod nazwą „Epidian" z dodatkami różnych cyfr określającymi bliżej własności kleju. I tak na przykład „Epidian 100" i „Epidian 101" są to kleje epoksydowe utwardzane właśnie na gorąco. „Epidian 100" ma

postać nieregularnych bryłek, które można łatwo sproszkować lub stopić i odlać w laski. Natomiast żywice „Epidian 1", „Epidian 2", „Epidian 3" są to ciecze, przeznaczone do utwardzania na zimno.

Jak już wspomniałem na wstępie, kleje epoksydowe utwardzane na gorąco mogą też mieć postać cieczy. Przedstawicielem tego rodzaju klejów jest „Epidian 101". Ten dwuskładnikowy klej, sprzedawany jest w dwu oddzielnych naczyniach: w jednym znajduje się sama żywica epoksydowa, w drugim roztwór utwardzacza. Oba te płyny miesza się razem dopiero bezpośrednio przed samym klejeniem. Po dokładnym wymieszaniu obu składników otrzymuje się ciecz o konsystencji miodu. Mieszaniną tą za pomocą drewnianej kopystki powleka się przeznaczone do łączenia elementy.

Ale teraz uwaga — elementów świeżo powleczonych klejem nie wolno od razu składać ze sobą. Przecież klej stanowi mieszaninę cieczy, a więc trzeba najpierw pozwolić wyparować rozpuszczalnikowi.

W temperaturze 20—25° C suszenie kleju musi trwać co najmniej 3 godziny, a w temperaturze 50° C już tylko godzinę. Wyższych temperatur przy suszeniu **stosować nie wolno,** gdyż odbije się to ujemnie na własnościach przyszłego złącza. Po dokładnym wysuszeniu elementy składa się razem, lekko ściska: ot, tyle tylko, aby zapewnić dobre przyleganie, i utwardza się na gorąco.

Czas i temperatura utwardzania są takie same, jak w przypadku poprzednio omawianych klejów w postaci stałej. A więc 200° C — 30 - 40 minut, 160° C — 4 godziny. Jak już powiedziałem, drugą odmianą klejów epoksydowych są żywice utwardzane na zimno — „Epidian 1,2,3".

Z własnej praktyki wiesz pewnie dobrze o tym, jak trudno jest przeprowadzić utwardzanie spoiny na gorąco. Ten tak prosty na pozór zabieg, jakim jest ogrzewanie połączonych elementów przez parę godzin w temperaturze 160—200° C, często staje się wprost niewykonalny. Pół biedy, jeżeli klejony przedmiot jest mały, a więc zmieści się do piekarnika czy suszarki. Ale co zrobić z elementami większymi? Sama spoina jest nieraz bardzo mała, ale przedmiot duży i nierozbieralny.

Zdarza się, że klejony przedmiot nie znosi długotrwałego ogrzewania. Aby nie daleko szukać, wspomnę, że przedmiotów metalowych pokrytych lakierami „Nitro" nie można bez zniszczenia ogrzewać do temperatury 130—140° C. A przecież właśnie nieraz chcemy połączyć lub naprawić elementy malowane.

Również i kryształy, które są zwykle, wykonane ze szkła ołowiowego, nie znoszą długiego ogrzewania w temperaturze powyżej 150° C, gdyż tracą blask, matowieją i pokrywają się jakby białawym nalotem. Ogrzewania nie wytrzymują także szkła pokryte warstewką metaliczną, a więc wszelkiego rodzaju lustra.

W tych właśnie przypadkach — jak w wielu innych, tu nie wymienionych — nieocenione usługi oddają kleje epoksydowe utwardzane na zimno. Sam proces utwardzania spoiny przebiega samorzutnie w temperaturze pokojowej pod wpływem chemicznego działania uprzednio wprowadzonego utwardzacza. Oczywiście, utwardzacz wprowadza się do żywicy epoksydowej dopiero bezpośrednio przed samym klejeniem. A więc kleje epoksydowe utwardzane na zimno są zawsze dwuskładnikowe.

W pierwszym okresie, po wymieszaniu żywicy z utwardzaczem, zachodzi łączenie się cząsteczek utwardzacza z cząsteczkami żywicy, co łatwo zaobserwujesz po wyraźnym gęstnieniu, mieszaniny. W następnym etapie zachodzi łączenie się długich łańcuchów cząsteczek w trójwymiarową bryłę, już nietopliwą i nierozpuszczalną.

Jednym ze składników klejów epoksydowych utwardzanych na zimno jest ciekła żywica epoksydowa. Pamiętaj, że nie jest to roztwór. Po prostu do tego celu produkuje się żywicę w stanie ciekłym. Najczęściej, w temperaturze pokojowej (nie mówiąc już o niższych), żywica taka jest gęstą cieczą. Aby ułatwić jej odmierzanie, przelewanie i

mieszanie z utwardzaczem przed użyciem naczynie z żywicą wstawia się na kilkanaście minut do gorącej wody. Ogrzana do temperatury 50 – 60° C żywica epoksydowa staje się zupełnie płynna, jak olej jadalny. Wielokrotnie nawet ogrzewanie żywicy do tej temperatury nic jej nie szkodzi, byleby tylko nie dostała się do niej woda.
Drugim z kolei składnikiem omawianych klejów, sprzedawanym oczywiście w oddzielnym naczyniu, test utwardzacz.

Wiele związków chemicznych może spełniać tą rolę. Najczęściej stosowanymi utwardzaczami są aminy: trójetyloczteroamina, sześciometylenodwuamina lub ciekłe poliamidy. Wszystkie związki służące do utwardzania żywic epoksydowych na zimno mają odczyn silnie zasadowy i są bardzo wrażliwe na działanie wody i kwasów.



Utwardzacze są to ciecze o różnej barwie i gęstości, l tak na przykład utwardzacze aminowe posiadają barwę żółtawą lub zielonkawą i odznaczają się przykrym zapachem myszy; poliamidy to zwykle ciecze gęste, brunatne — również o ostrej, przykrej woni.

Z utwardzaczami należy obchodzić się ostrożnie, gdyż działają one drażniąco na skórę, a zwłaszcza na błony śluzowe. Dlatego też dobra rada: substancji tych nie wąchaj, a mieszanie i klejenie przeprowadź w dobrze przewietrzanym pomieszczeniu lub, gdy jest odpowiednia pogoda, na dworze.

W przeciwieństwie do składników, sama spoina jest zupełnie nietoksyczna, to znaczy nieszkodliwa dla zdrowia.

6.Jeżeli na opakowaniu nie ma innych zaleceń fabrycznych, to na 10 części żywicy bierze się 1 część utwardzacza. Oba składniki należy dokładnie wymieszać i szybko brać się do klejenia, gdyż już po 20—30 minutach mieszanina gęstnieje i nie nadaje się do użycia. Dlatego to jednorazowo rozrabiaj tyle tylko kleju, ile zużyjesz w przeciągu 20—30 minut.

Powierzchnie przeznaczone do klejenia, zwłaszcza jeśli są nieporowate i nieprzesiąkliwe, musisz starannie przygotować. Jeśli więc łączysz metale, to zmyj je dokładnie „Tri", wyczyść pilnikiem lub papierem ściernym, aby nie było śladów rdzy, tlenków czy korozji, przemyj ponownie „Tri" i od razu powlecz klejem.

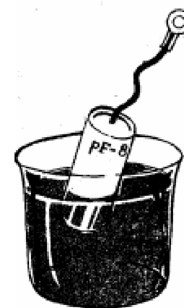
Ten ostatni warunek jest szczególnie ważny w przypadku klejenia glinu i jego stopów. Otóż musisz wiedzieć, że metal ten, zarówno jak i jego stopy, już nawet w temperaturze pokojowej bardzo szybko i chętnie pokrywa się warstewką tlenków. Warstewka tlenkowa jest co prawda bardzo cienka, niemniej jednak bardzo poważnie obniża przyczepność kleju. Pamiętaj więc, że kleje mają , dobrą przyczepność tylko do czystych, metalicznych powierzchni.

W przypadku, gdy będziesz łączył szkło i porcelanę, umyj je gorącą wodą i mydłem, po czym odtłuść stosując 15 minutową kąpiel w mieszaninie chromowej. Mieszaninę chromową spłucz wodą zwykłą, a następnie destylowaną i, po osuszeniu, pokryj przedmioty klejem.

Wspomniałem na początku, że klejami epoksydowymi można również łączyć tworzywa termoutwardzalne, a więc bakelit, wyroby z żywic mocznikowych, czy melaminowych (tak popularne już dziś talerze nie tłukące się, tace, kubki itp.). W zależności od tego, co i jak z tych tworzyw chcesz kleić, trzeba różnie przygotować ich powierzchnie.

Tak więc, gdy łączysz miejsca pęknięte (np. tackę), które posiadają powierzchnię szorstką i zazwyczaj czystą, wówczas wystarczy powierzchnie przemyć „Tri", wysuszyć i pokryć klejem. Inaczej natomiast postąpisz, gdy chcesz na przykład do gładkiej powierzchni kubka przykleić ucho. Wówczas miejsce klejone musisz uczynić szorstkim (za pomocą pilnika lub osełki), przemyć „Tri" i dopiero potem pokryć klejem.

Zdziwisz się pewnie, po co te całe ceregiele, skoro kleje epoksydowe posiadają doskonałą przyczepność nawet do szkła, którego powierzchnia jest chyba bardziej gładka od powierzchni wyrobów z tworzyw sztucznych. Tak, to racja. Jednak nie zapominaj, że powierzchnia szkła po dokładnym umyciu i odtłuszczeniu jest zupełnie czysta, natomiast z tworzywami sztucznymi różnie bywa. Podczas produkcji przedmiotów z tworzyw termoutwardzalnych - aby im nadać gładkość i połysk - formy, w których są one prasowane, pokrywa się różnymi substancjami. Często również w tym samym celu do mieszanki surowców przeznaczonej do prasowania dodaje się substancje usprawniające przerób (ułatwiające oddzielanie gotowych przedmiotów od form). Otóż wszystkie te środki pomocnicze, najczęściej zupełnie niewidoczne dla oka, zgromadzone są właśnie na samej powierzchni wyrobu. Usunięcie ich środkami chemicznymi nie jest wcale łatwe, pozostawienie zaś na powierzchni obniży wybitnie przyczepność kleju. Dlatego też najlepiej jest zedrzeć mechanicznie tę cienką, zewnętrzną warstwę tworzywa.



Proces twardnienia spoiny w temperaturze pokojowej trwa długo, gdyż około 24 godzin. Przez ten cały czas łączone elementy muszą być lekko ściśnięte, tak aby zapewnić dokładne przyleganie do siebie obu powierzchni.

Czas utwardzania możesz jednak wybitnie skrócić ogrzewając spoinę w temperaturze do 60° C przez 2—3 godziny. Jednak temperatury tej nie radzę już przekraczać. Co prawda, ogrzewając silniej, czas utwardzania spoiny można skrócić do 3—5 minut (przy temperaturze 200° C), ale tak otrzymana spoina z powodu dużej kruchości jest bardzo mało odporna na wstrząsy.

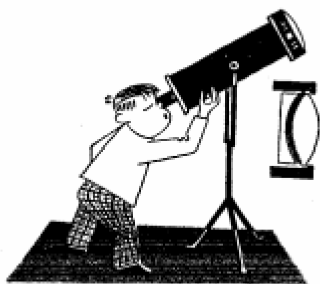
Procesowi twardnienia żywicy epoksydowej (niezależnie od tego czy odbywa się to na zimno czy na gorąco), nie towarzyszy wydzielanie żadnego produktu ubocznego. Dalej, minimalny skurcz przy twardnieniu oraz świetne własności izolacyjne sprawiają, że żywicami tymi zalewa się często, bądź wprost w nie wtapia, różne elementy elektrotechniczne, jak kondensatory, cewki, wirniki silników, transformatory itp.

Polimeryzujący syrop

Od niedawna w sprzedaży znajduje się mało jeszcze znany szerszemu ogółowi amatorów majsterkowiczów klej karbinolowy. Jest to ciemnobrunatna bądź ciemnopomarańczowa gęsta, syropowata ciecz. Po dodaniu odpowiedniego katalizatora, ciecz ta zamienia się powoli w ciało stałe.

Co ważniejsze, gotowy do użycia klej karbinolowy nie zawiera zupełnie lotnych rozpuszczalników. Co to znaczy i jakie to ma praktyczne znaczenie, nie muszę Ci chyba przypominać. Przecież tylko takim bezrozpuszczalnikowym klejem łączyć można w sposób trwały materiały nieporowate i nieprzesiąkliwe, a więc szkło, porcelanę, metale czy tworzywa sztuczne.

- Tak, tak, wiem, że w tym miejscu zaprotestujesz, Pochwalam Twoją spostrzegawczość naprawdę godną chemika.



A więc chciałeś mi przypomnieć, że do łączenia nieporowatych i niewsiąkliwych ciał używaliśmy zupełnie jeszcze niedawno klejów „BWF-21" i „BWF-41", które są alkoholowymi roztworami żywic fenolowo-formaldehydowej oraz winylowo- butwarowej. . Tak, masz rację, ale przypomnij sobie dokładnie, w jaki to sposób odbywa się łączenie na przykład metali tymi klejami. A więc na obie powierzchnie nakłada się 2—3 razy klej, czeka, aż rozpuszczalnik całkowicie odparuje, i dopiero wówczas oba elementy mocno się ściska, po czym ogrzewa, aby utwardzić spoinę.

Tymczasem klej karbinolowy żadnego rozpuszczalnika nie zawiera, stąd też przy jego stosowaniu odpada często bardzo uciążliwa i pracochłonna czynność odparowywania rozpuszczalnika z posmarowanych klejem powierzchni.

Klejem karbinolowym łączyć można szkło, porcelanę, kamionkę, tworzywa termoutwardzalne, metale takie jak stal, aluminium i stopy aluminiowe oraz wymienione ciała ze sobą. Nie można natomiast klejem karbinolowym łączyć miedzi i jej stopów takich jak mosiądz i brąz.

Przed przystąpieniem do klejenia powierzchnie metali musisz oczyścić do połysku papierem ściernym, po czym odtłuścić przemywając watą zmoczoną acetonem lub benzyną ekstrakcyjną.

Natomiast szkło, porcelanę i kamionkę, po dokładnym umyciu gorącą wodą z sodą, trzeba z kolei odtłuścić w mieszaninie chromowej, o której Ci już pisałem, gdy była mowa o klejach fenolowo-formaldehydowych.

Po odtłuszczeniu w mieszaninie chromowej przedmioty płucze się dokładnie wodą, po czym starannie suszy. Dopiero na tak przygotowane powierzchnie można nakładać klej karbinolowy.

Przed przystąpieniem do klejenia, do płynnej żywicy trzeba dodać dołączony do kleju utwardzacz. Jest to nadtlenek benzoilu — substancja organiczna o wyglądzie białego proszku. Pod wpływem dodanego utwardzacza rozpoczyna się szybki proces polimeryzacji syropu.

7. Utwardzacza dodaje się tyle, ile podaje dołączony przepis, zwykle 0,1—0,5%. Po wymieszaniu i lekkim ogrzaniu klej jest już gotowy do użycia.

Obie posmarowane nim powierzchnie składa się ze sobą, lekko ściska i tak pozostawia do utwardzenia się spoiny. W temperaturze pokojowej utwardzanie spoiny trwa 3—5 godzin. Proces ten można wybitnie przyspieszyć, jeśli ściśnięte elementy ogrzeje się do 50-60° C.

Utwardzona spoina jest bardzo wytrzymała mechanicznie i wykazuje odporność na działanie wody, benzyny, olejów i tłuszczy.

Cenne pochodne celulozy

„Cristal-Cement”, „Uniwersal-Cement", „Omni- Cement" — znasz przecież te nazwy choćby ze słyszenia, prawda? Ile to zawodu, rozgoryczenia i rozczarowań przyniosły licznym amatorom modelarzom czy majsterkowiczom kleje o tej nazwie.



Wbrew bowiem szumnym zapewnieniom wytwórcy, kleje te nie są i, jak wiesz, nie mogą być uniwersalne. Nie próbuj więc łączyć nimi materiałów nieporowatych i nieprzesiąkliwych: żadnych metali, szkła czy nawet porcelany. Nic z tych rzeczy. Szkoda tylko czasu.
Jesteś już w tej chwili na tyle fachowcem w dziedzinie klejów, że zgodzisz się ze mną, gdy powiem, że wszystkie te „Cementy" twardnieją pod wpływem wyparowania bądź wsiąkania rozpuszczalnika. Sądzę więc, że Ciebie, „starego wróbla", nikt już więcej nie nabierze na taką reklamę.

Czy jednak wynika z tego, że te wszystkie „Cementy" są już tak zupełnie do niczego?

Nic podobnego. Kleje te nadają się świetnie do łączenia papieru, tektury, drewna, tkanin, korka, skóry, przy czym dają trwałe, zupełnie wodoodporne złącza. Kleje, o których teraz mówimy, mają jednego wspólnego przodka. Jest nim celuloza. Zresztą substancja ta, stanowiąca naturalny wielkocząsteczkowy polimer wytwarzany przez różne rośliny, od przeszło 100 lat znajduje najróżnorodniejsze zastosowania. Z celulozy produkowane są przecież materiały wybuchowe, tworzywa sztuczne, lakiery, sztuczny jedwab, tomofan, kleje, jak również i środki lecznicze.

Czysta celuloza w swej pierwotnej postaci, czyli drobniutkich włókienek, może być użyta tylko do wyrobu papieru. Chcąc natomiast otrzymać z niej inne produkty, trzeba celulozę przekształcić chemicznie.

Substancji dobrze rozpuszczających celulozę bez zniszczenia jej wielkocząsteczkowej struktury, jest bardzo mało. Właśnie jednym z takich nielicznych rozpuszczalników jest mieszanina ługu sodowego z dwusiarczkiem węgla. Poddając celulozę działaniu ługu i dwusiarczku węgla, otrzymuje się gęsty, lepki roztwór, tzw. wiskozę. Z wiskozy przędzie się sztuczny jedwab (zwany właśnie wiskozowym), bądź też wytłacza arkusze bezbarwnego tomofanu (celofanu).

Przędzenie sztucznego jedwabiu jest bardzo osobliwe. Polega ono bowiem na wytłaczaniu przez maleńkie otworki wiskozy do wodnego roztworu kwasu siarkowego. Pod wpływem działania kwasu wiskoza ulega rozkładowi, czyli odłącza się od niej dwusiarczek węgla oraz ług sodowy, a tym samym pozostaje czysta celuloza. Tak otrzymaną ponownie celulozę o składzie chemicznym identycznym ze składem świeżej celulozy, nazywamy celulozą regenerowaną. W identyczny niemal sposób produkowany jest tomofan. Tu jednak, zamiast przez otworki, gęsty roztwór wiskozy wytłacza się do kąpieli kwasowej przez wąziutką, długą szczelinę. W ten sposób powstaje szeroki, niekończący się pas przezroczystego, bezbarwnego tomofanu, zwanego często celofanem.

Zapamiętaj więc, że zarówno jedwab wiskozowy, jak i tomofan, są to wyroby z czystej, regenerowanej celulozy.

— Rozdział ten, miał być chyba poświęcony klejom? zapytasz zdziwiony. Dlaczego więc opowiadam Ci o tomofonie i jedwabiu sztucznym? Może to jest nawet ciekawe, ale trochę nie na temat.

— Widzisz, mój drogi, sprawa przedstawia się tak: wyrobów z celulozy jest bardzo wiele, otaczają nas zewsząd. Klejów celulozowych jest również dużo. Toteż trzeba dobrze poznać własności i upodobania swego przyszłego sojusznika, a może czasem i wroga.

Z tego, co dotychczas mówiliśmy, wiesz już konkretnie, że, celulozę rozpuścić jest bardzo trudno. Stąd też prosty wniosek, że tomofanu nie można kleić acetonem czy innym rozpuszczalnikiem. A takich naiwnych jest niestety wielu.

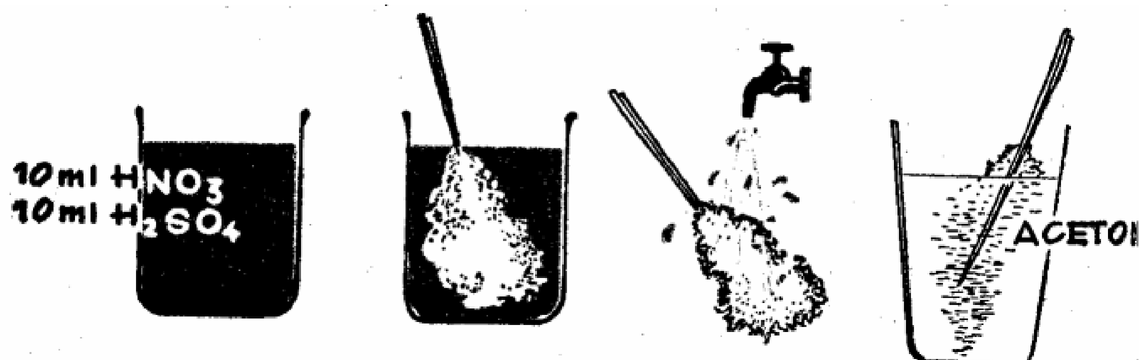
Przez wiele lat jednym z najpopularniejszych wyrobów otrzymywanych z celulozy (oczywiście poza papierem) był celuloid. Ponieważ tworzywo to doskonale się rozpuszcza

w acetonie, stąd też utarło się mylne mniemanie, cokolwiek jest z celulozy, to rozpuszcza się w acetonie.

Dla ludzi niewtajemniczonych w te sprawy, jeszcze i dziwna nazwa celofan kojarzy z celuloidem, a więc próbują go bezskutecznie kleić acetonem. (W tym miejscu pragnę Ci przypomnieć, iż poprawna nazwa celofanu brzmi tomofan, od Tomaszowskiej Fabryki Sztucznego Jedwabiu, która takie błony wyrabia).

Taniość i dostępność surowca, a jednocześnie nierozpuszczalność i brak plastyczności sprawiły, że już od dawna prowadzone były prace nad otrzymaniem chemicznych pochodnych celulozy bardziej podatnych do przerobu. Udało się tego dokonać chemikom już przeszło 100 lat temu. A jak tego dokonano i jakie dzięki temu uzyskano rezultaty, przekonaj się najlepiej sam, wykonując takie doświadczenie:

Do małej zlewki wlej 10 ml kwasu siarkowego i 10 ml kwasu azotowego. Do mieszaniny tej zanurz na 5 minut maleńki tamponik waty. Potem watę wyjmij, wypłucz starannie w wodzie i wysusz. Przekonasz się, że tak spreparowana wata doskonale rozpuszcza się w acetonie.



Uwaga! Nie zapominaj o ochronie przed działaniem stężonych kwasów; zwilżoną nimi niepotrzebnie powierzchnię natychmiast zobojętnij albo spłucz bieżącą wodą.

Z możliwych do otrzymania i znanych pochodnych celulozy do wyrobu klejów służą jedynie azotan i octan. Zacznijmy od klejów otrzymywanych z azotanu celulozy. Najważniejsze to sprawa surowców. Nabycie gotowego azotanu celulozy jest niemożliwe, zaś jego produkcja domowa — wykluczona.

Próbka, którą otrzymałeś wykonując ostatnie doświadczenie, jest zupełnie nieprzydatna, gdyż jej cząsteczki zawierają zbyt mało azotu. Do wyrobu klejów potrzebny jest azotan celulozy o większej zawartości azotu w cząstce, a tego już nie da się przeprowadzić w warunkach domowych. Nie masz się jednak jeszcze czym przejmować, bowiem surowca do wyrobu dobrego kleju jest wiele i to zupełnie blisko Ciebie.

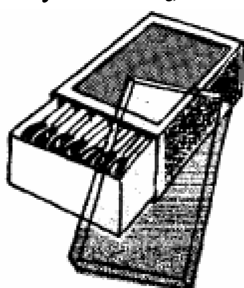
Chcesz przykładów? — Proszę bardzo.

Piłeczki pingpongowe, główki lalek i nawet całe duże lalki, ekierki, kątomierze, oprawy okularów.

Domyślasz się już o co chodzi? — Oczywiście, celuloid. Podstawowym surowcem służącym do wyrobu celuloidu jest azotan celulozy, do którego — w celu nadania tworzywu większej elastyczności — dodaje się kamforę jako tzw. plastyfikator, a w razie potrzeby również barwniki bądź pigmenty.

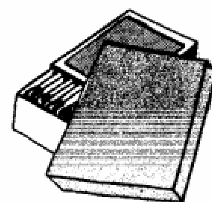
Dodatek kamfory nic nie przeszkadza w zastosowaniu celuloidu do wyrobu kleju. Wręcz przeciwnie, zapewni on spoinie dużą elastyczność i odporność na wstrząsy, co jest przecież bardzo korzystne. Z kolei barwniki nie mają żadnego wpływu na własności spoiny, zaś pigmenty można bardzo łatwo usunąć.

Domyślam się, że pewno niezupełnie się orientujesz, jaka to jest właściwie różnica pomiędzy barwnikami, pigmentami. Chętnie Ci to wyjaśnię. — Otóż barwniki stosowane w technice tworzyw sztucznych są to rozpuszczalne substancje nadające tworzywom barwę przy zachowaniu przejrzystości. A więc na przykład produkując celuloid, w alkoholu służącym do rozpuszczenia dodawanej kamfory można jednocześnie rozpuścić i odpowiedni barwnik. Natomiast pigmenty są to barwiące ciała stałe nierozpuszczalne, a tym samym tworzywa zabarwione pigmentami stają się nieprzezroczyste. Przykładem pigmentu dodawanego przy wyrobie białego celuloidu jest biel cynkowa lub tytanowa.



Chcąc się pozbyć pigmentu, należy rozpuścić celuloid w dużej ilości rozpuszczalnika. Po paru dniach pozostawania w spokoju pigment, jako ciężki i nierozpuszczalny, opadnie na dno naczynia, a nad nim zbierze się czysty przejrzysty płyn.

Ponieważ jednak celuloid może być barwiony na wszelkie możliwe kolory i odcienie imitujące kość słoniową, masę perłową itp., podam Ci bardzo prosty sposób identyfikacji tego tworzywa. - Badany kawałeczek połóż na blasze czy cegle i zbliż do niego zapałkę. Jeżeli jest to celuloid, to zapali się on momentalnie i bardzo szybko spłonie. (Dlatego nie radzę Ci nigdy identyfikować nieznanego tworzywa trzymając je w palcach.) Zapamiętaj, że żadne tworzywo sztuczne nie pali się tak łatwo i tak szybko. Wiemy już więc wystarczająco dużo o celuloidzie, tak że możemy już przystąpić do wykonywania z niego klejów.



Na wstępie sprawa najważniejsza, a mianowicie sprawa rozpuszczalników. Najlepszym w zasadzie rozpuszczalnikiem dla celuloidu jest aceton, ale ma on też pewne wady. Otóż rozpuszczalnik ten jest bardzo lotny (temperatura wrzenia acetonu wynosi 56°). Już w temperaturze pokojowej paruje tak gwałtownie, że wskutek silnego oziębienia roztworu, poczyna się na nim skraplać wilgoć atmosferyczna. Sprawia to, że powstająca błona celulozowa jest nieprzezroczysta, mleczna.

Zdaje mi się, że jakoś nie bardzo wierzysz w to silne oziębianie wskutek parowania. Wobec tego zrób takie oto proste doświadczenie.

Na wierzch dłoni nalej sobie kilkanaście kropel acetonu. Czujesz, jak zimno robi się w rękę?

A teraz gazą zwilżoną w acetonie owiń zbiorniczek termometru. Widzisz, jak słupek rtęci czy cieczy w termometrze spada gwałtownie?

Aby zwolnić nieco parowanie acetonu, do rozpuszczania celuloidu dodaje się jeszcze różne mniej lotne rozpuszczalniki: octan etylowy, octan butylowy czy octan amylowy. Niestety, związki te są bardzo trudne do nabycia. Dlatego radzę Ci użyć po prostu łatwego do nabycia w sklepach z farbami oraz mydlarniach rozpuszczalnika do lakierów „Nitro". Głównym składnikiem tej cieczy jest aceton z dodatkami wymienionych octanów. A więc masz od razu to, czego potrzebujesz. Oczywiście, w przypadkach, gdy nie zależy Ci na bezbarwności i przejrzystości spoiny, możesz z powodzeniem używać tylko acetonu.

8. No i nareszcie podaję Ci przepis na najprostszy klej Celuloidu służący do łączenia papieru, kartonu czy tektury:

celuloid	- 30 g
aceton lub rozpuszczalnik „Nitro"	- 120 ml
kwas szczawiowy lub cytrynowy	- 1,5 g



W podanej ilości acetonu lub rozpuszczalnika rozpuść kwas szczawiowy lub cytrynowy (jest to tzw. kwasek cytrynowy, sprzedawany w sklepach spożywczych), po czym skrawki celuloidu zalej tym roztworem w szczelnie zamykanym naczyniu.
Dodatek kwasu stosuje się po to, aby obniżyć lepkość roztworów azotanu celulozy. Bez dodatku kwasu już 10% roztwory azotanu celulozy są tak gęste, iż nie nadają się do klejenia. Wprowadzając natomiast kwas można otrzymać roztwór stężony, 30 %, zachowując jednak jeszcze niską gęstość i lepkość.

9. Do łączenia tkanin oraz filcu z papierem, kartonem i drewnem nadaje się doskonale taki klej:

celuloid	- 20 g
rozpuszczalnik „Nitro”	- 70 ml
denaturat	- 25 ml
pył aluminiowy	- 10 g

Po rozpuszczeniu celuloidu w mieszaninie obu cieczy dodaj pyłu aluminiowego. Nabędziesz go w sklepach z farbami jako tzw. brąz glinowy. Dodatek pyłu aluminiowego wybitnie podnosi wytrzymałość spoiny.

A teraz klej z celuloidu nadający się specjalnie do łączenia skóry ze skórą oraz skóry z tkaninami:

10. Przygotuj 2 roztwory:

a) w szczelnie zamykanym słoiczku 20 g drobno pokrojonego celuloidu zalej 25 ml rozpuszczalnika „Nitro”,
b) w mieszaninie 20 ml rozpuszczalnika „Nitro” i 10 ml denaturatu rozpuść 1 g sproszkowanej kalafonii.



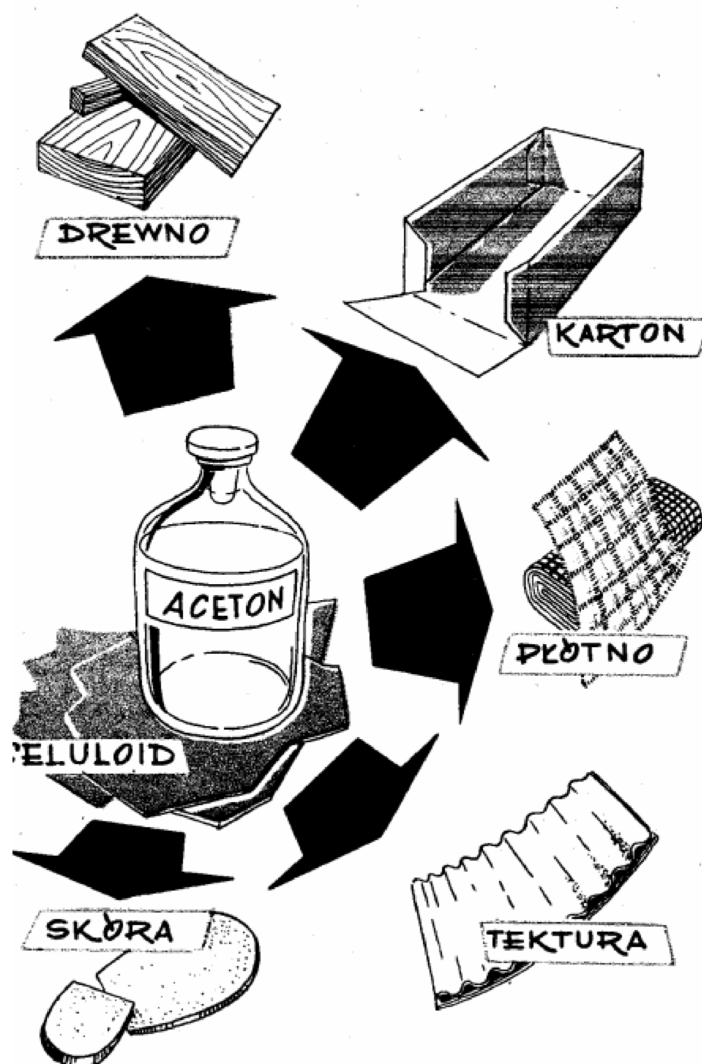
Do tak otrzymanego roztworu dodaj 2 ml terpentyny i 2,5 ml oleju lnianego. Po otrzymaniu jednorodnych roztworów a i b, zlej je razem i dokładnie wymieszaj. Tak przygotowany klej twardnieje szybko, a dzięki dobrej przyczepności do skóry, daje trwałe, wodoodporne i mechanicznie wytrzymałe złącza.

Podstawowym warunkiem powodzenia przy klejeniu klejami celulozowymi jest suchość łączonych elementów. Jeżeli bowiem drewno, papier, tektura czy skóra będą choć trochę wilgotne, to klej nie będzie wykazywać do nich dobrej adhezji. W przypadku drewna łączona powierzchnia nie może być oczywiście pokryta farbą, politurą czy pokostem, zaś powierzchnie skóry muszą być wolne od pasty i smarów. Przy klejeniu skóry łączone

powierzchnie najlepiej jest zmyć „Tri", wysuszyć, po czym przetrzeć gruboziarnistym papierem ściernym.

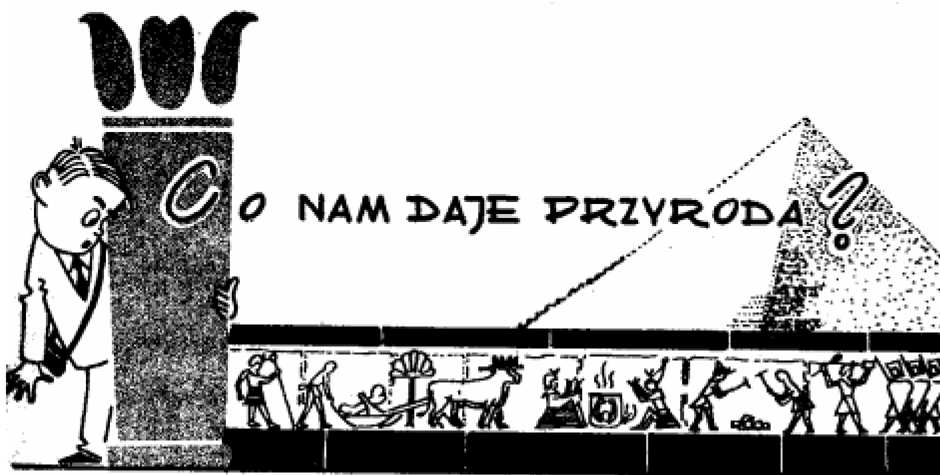
Bardzo elastyczny, wodoodporny klej, używany przy budowie kajaków i łódek metodą wielowarstwowego oklejania papierami i płótnem, otrzymasz w sposób następujący:

11. 10 g celuloidu rozpuść w 22 ml rozpuszczalnika „Nitro". Osobno w 25 ml denaturatu rozpuść 3 g kalafonii, dodaj do tego 15 ml czystej benzyny i 2 ml oleju rycynowego. Tak otrzymany roztwór dodaj do roztworu celuloidu i całość dokładnie wymieszaj.



Oprócz azotanu celulozy drugą, bardzo dziś popularną, pochodną celulozy jest octan celulozy. Ze względu na małą palność tworzywo to jest obecnie powszechnie używane do wyrobu taśm filmowych, błon fotograficznych oraz taśm magnetofonowych.

Z surowcem nie będziesz miał więc większego kłopotu. Gorzej natomiast przedstawia się sprawa z rozpuszczalnikiem, ale mam nadzieję, że i z tym dasz sobie radę. Kleje wykonane z octanu celulozy mają jednak tylko bardzo wąskie i ściśle określone zastosowanie. Dlatego też pomówimy o nich w rozdziale następnym, poświęconym specjalnym klejom do specjalnych celów.



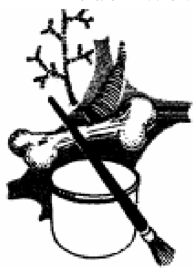
Już egipcjanie posługiwali się kollagenem

Sam tytuł mówi chyba za siebie, prawda?
Tak więc teraz zajmiemy się klejotwórczymi substancjami dostarczanymi nam przez przyrodę.

Często różne opowiadania o surowcach zaczynają się tak: „Już starożytni Rzymianie..." Otóż tym razem tak nie będzie, gdyż nie starożytni Rzymianie, lecz jeszcze bardziej od nich starożytni Egipcjanie...

Wyobraź sobie bowiem, że w jednym z grobowców egipskich sprzed przeszło 3,5 tysiąca lat znaleziono na ścianie rzeźbę przedstawiającą poszczególne czynności przy otrzymywaniu kleju zwierzęcego. A co jeszcze dziwniejsze to fakt, że pomimo upływu tylu lat zasada otrzymywania kleju zwierzęcego pozostała do dziś taka sama.

Podstawową substancją klejotwórczą surowców służących do wyrobu kleju zwierzęcego jest kollagen. Kollagen (po grecku znaczy to: tworzący klej), znajduje się w skórze, a zwłaszcza w chrząstkach i kościach zwierzęcych. Pod względem chemicznym kollagen należy do substancji białkowych tworzących tworzących olbrzymie i skomplikowane cząsteczki. Nie rozpuszcza się w wodzie ani w żadnym z rozpuszczalników organicznych, jednak pod wpływem długotrwałego gotowania po uprzednim potraktowaniu wodorotlenkami przechodzi w rozpuszczalną w wodzie glutynę. Produkcja klejów zwierzęcych polega więc na wydzieleniu kollagenu z kości czy skóry i przekształceniu go w glutynę. Dopiero glutyna, jako rozpuszczalna w wodzie, stanowi zdatny do użytku klej.

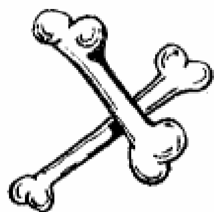


Zdziwi Cię znów, po co o tym piszę. Otóż nie chcę , abyś był bezmyślnym automatem, który tylko machinalnie odważa i miesza składniki zgodnie z podanym przepisem, ale pragnę abyś zrozumiał i znał procesy przez siebie przeprowadzane.

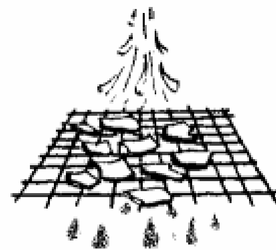
Zastanawiałem się długo, czy podać Ci przepisy na otrzymywanie klejów zwierzęcych. Wreszcie doszedłem jednak do przekonania, że ograniczę się tylko do krótkiego opisu ich produkcji, a za to więcej miejsca poświęcę ich użytkowaniu i zastosowaniu.

Zaraz wytłumaczę Ci, dlaczego tak zdecydowałem. Otóż uważam, że zacząć, rozgrzebać i nie skończyć, to bardzo niedobrze. A właśnie otrzymywanie w warunkach

domowych dobrego kleju zwierzęcego jest okropnie żmudne i bardzo długotrwałe. Na przykład samo moczenie skórek w mleku wapiennym musi trwać 40 – 60 dni.

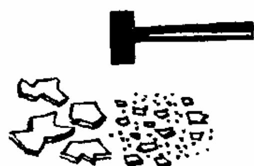


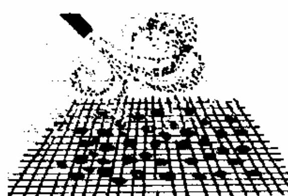


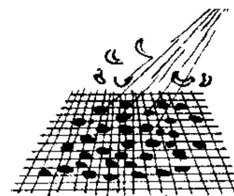


Dalej dochodzą do tego dosłownie dziesiątki godzin gotowania, czemu towarzyszy, powiedzmy delikatnie, bardzo nieprzyjemny zapach. Lepiej więc zostawmy w spokoju wszystkie te czynności, a przecież co się odwlecze, to nie uciecze – podam Ci jeszcze w tej książce wiele przepisów na inne kleje, łatwiejsze do wykonania.
A oto jak wygląda produkcja przemysłowa kleju kostnego.

Pierwszym zabiegiem w procesie przerobu kości, po ich oczyszczeniu i rozsortowaniu, jest rozdrobnienie (na łamaczach). Powstające na łamaczach kawałeczki kości o wymiarach liniowych 25 – 30 mm, przechodzą do działu ekstrakcji, czyli wypłukiwania tłuszczu. W dziale tym, działając na rozdrobnione kości benzyną, uzyskuje się około 7 % tłuszczu pod postacią benzynowego roztworu. Po odparowaniu rozpuszczalnika tłuszcz poddaje się rafinacji, a następnie przerobowi na różne produkty jak na przykład oleina, stearyna, oleje smarne do precyzyjnych aparatów itp.







Odtłuszczone kości kierowane są na łamacze-śrutowniki. Po dokładnym rozdrobnieniu śrut kostny, którego kawałeczki mają już teraz wymiar 10—15 mm, poddawany jest odklejaniu. Polega ono na kolejnym działaniu na śrut kostny parą wodną, a następnie wrzącą wodą. Na skutek działania pary wodnej zawarty w kościach kollagen przechodzi w glutynę, która — jako rozpuszczalna — wypłukiwana jest z kości przez wrzącą wodę. Opuszczająca zbiorniki ze śrutem tzw. zupa klejowa, jest kilkunastoprocentowym roztworem kleju. W celu zapobieżenia procesom gnilnym zupę klejową poddaje się działaniu środków konserwujących.

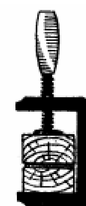
Po przesączeniu przez filtry, zupa klejowa przechodzi do próżniowych aparatów wyparnych, gdzie podlega zagęszczeniu do 45—50%. Tak już stężony roztwór, zwany warem klejowym, kierowany jest do działu wykańczalni. W zależności od potrzeby i

przyszłego zastosowania, war klejowy poddawany jest chemicznemu bieleniu, po czym jest tabliczkowany, perełkowany bądź łuszczony przy jednoczesnym wyparowywaniu wody. Podobnie wygląda produkcja kleju skórnego, z tym iż przed odklejeniem za pomocą pary i gorącej wody, paski skóry długo moczy się w mleku wapiennym, a następnie działa na nie kwasami. Otrzymaną zupę klejową przerabia się już dalej tak samo, jak zupę klejową produkowaną z kości.

Sposób przyrządzania kleju stolarskiego (może to być zarówno klej kostny jak i skórny),jest Ci już znany. Przypomnę więc tylko, abyś zawsze naczynie z klejem ogrzewał nie bezpośrednio na ogniu, a tylko w drugim naczyniu z wodą. Pamiętaj, że wysoka temperatura bardzo szkodzi klejom zwierzęcym, i już w temperaturze powyżej 65—70 °C następuje częściowy rozkład substancji białkowych, a tym samym klej traci na wartości. Jeżeli chodzi o drewno, a więc deski, sklejkę czy płyty pilśniowe, to ich powierzchnia przed klejeniem nie wymaga żadnych specjalnych przygotowań. Najzupełniej wystarczy, jeżeli powierzchnia ta będzie przetarta papierem ściernym i oczywiście wolna od farby, lakieru czy kurzu.

Gorący klej nanosi się cienką warstewką, patyczkiem lub pędzelkiem, na obie powierzchnie. Zaraz po nasmarowaniu klejone elementy składa się ze sobą i ściska. A właśnie silne ściśnięcie klejonych elementów — często bagatelizowane, bądź w ogóle pomijane przy łączeniu drewna — ma ogromny wpływ na wytrzymałość tworzącej się spoiny. Wymagana przy klejeniu siła nacisku jest różna dla różnych gatunków drewna i waha się w granicach od 6 (dla jodły) do 23 kG/cm^2 (dla jesionu). Na ogół — im drewno jest twardsze i mniej porowate, tym większego wymaga nacisku przy klejeniu.

W domowych warunkach, jeżeli kleisz jakieś płaskie elementy (deseczki, sklejkę itp.), to połóż po prostu na nich coś ciężkiego, np. cegły lub żelazko do prasowania. Skoro jednak kształty klejonego przedmiotu są skomplikowane, wówczas do ściskania można użyć małe, ręczne imadełko lub uchwyt śrubowy do siatki pingpongowej.



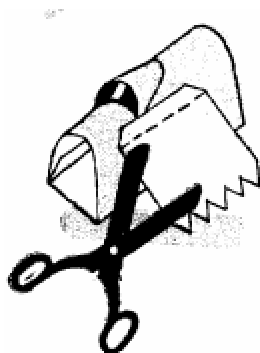
Zwierzęcy klej stolarski zaczyna wiązać już po kilkunastu minutach od chwili nałożenia, jednak spoina uzyskuje swą pełną wytrzymałość mechaniczną dopiero po 8—24 godzinach. Tak duża rozbieżność czasu wynika z niejednakowej porowatości drewna i jego różnej wilgotności.

Nie tylko do drewna

Wielkim błędem byłoby sądzić, że kleje zwierzęce służą tylko do łączenia drewna. Nic podobnego.

Do najpoważniejszych odbiorców klejów zwierzęcych należą dziś fabryki zapałek i papieru ściernego, malarstwo ścienne, przemysł włókienniczy, papierniczy, kartonażowy i introligatorski.

A oto kilka przepisów na doskonałe szybko schnące kleje, nadające się szczególnie do łączenia kartonowych modeli.



12. Do blaszanej puszki wlej 75 ml gorącej wody, wsyp 25 g cukru, a gdy się całkowicie rozpuści, dodaj 6,5 g wapna gaszonego. Całość dokładnie wymieszaj, wstaw do drugiego naczynia z wodą i naczynie to ogrzewaj na maszynce elektrycznej lub palniku. Chodzi o to, aby przynajmniej w ciągu 5—6 godzin temperatura roztworu cukru z wapnem wynosiła 70-80 °C.



Na noc puszkę zostaw w spokoju, a następnego dnia zlej ostrożnie przejrzysty płyn, osad zaś odrzuć.

Do 40 ml takiej cieczy dodaj 6 g uprzednio już namoczonego kleju zwierzęcego (zważ go oczywiście w stanie suchym). Namoczony klej wraz z otrzymanym roztworem ogrzewaj na łaźni wodnej (często mieszając) w ciągu 3—4 godzin. Teraz, do otrzymanego kleju — w celu jego zobojętnienia — dodaj 3g kwasu szczawiowego lub cytrynowego (tzw. kwasek cytrynowy — jest do nabycia w sklepach spożywczych).

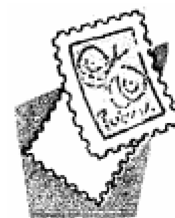
Klej powinien być zawiesisty, ale łatwy do smarowania, jeżeli więc jest za gęsty, dodaj 1—2 ml esencji octowej.

Gotowy klej przelej do szczelnie zamykanego słoiczka lub buteleczki.

13. W 260 ml wody namocz na noc 100 g kleju zwierzęcego. Następnego dnia rozpuść go ogrzewając na łaźni wodnej. Wyłącz maszynkę lub zgaś palnik, i dopiero teraz dodaj 25 ml denaturatu i 5 g sproszkowanego ałunu glinowo-potasowego. (Przypominam, że ałun glinowo-potasowy o wzorze $AlK(SO_4)2 \cdot 12\ H_2O$, często używany w kosmetyce, można nabywać w mydlarniach bądź perfumeriach jako tzw. ałun do golenia).
Przed przelaniem do słoiczka klej ten trzeba pozostawić w spokoju przez 24 godziny i dopiero potem zlać roztwór znad osadu. Tak otrzymany klej łączy doskonale papier, karton i tekturę.

14. A teraz podam Ci przepis, jak z kleju zwierzęcego otrzymać klej przeznaczony specjalnie do łączenia papieru pergaminowego. W tym miejscu przypomnę, że wszelkie inne kleje stosowane zwykle do papieru nie są odpowiednie do papieru pergaminowego.
Mieszaniną 8 ml stężonego kwasu octowego (esencji octowej) i 12 ml wody zalej na noc w emaliowanym naczyniu 10 g drobno połamanego kleju zwierzęcego. Następnego dnia dosyp do naczynia 0,5 g drobno utartego dwuchromianu potasowego. Całość postaw na łaźni wodnej i — stale mieszając — ogrzewaj, aż otrzymasz jednorodny roztwór.
Tak otrzymany klej przelej do słoiczka z ciemnego szkła (lub do zwykłego słoika oklejonego papierem), gdyż podczas przechowywania musi on być chroniony przed światłem.

15. Nieraz pewnie spotkałeś się z tzw. papierem gumowanym. Jedna strona takiego papieru jest lśniąca i gładka, a po zwilżeniu wodą nabiera zdolności klejących.
Możesz z powodzeniem sam sporządzić taki ,”gumowany" papier, który zwłaszcza w modelarstwie oddaje nieocenione usługi.
W tym celu musisz wykonać odpowiedni klej i cienką, równą warstewką tego kleju pokryć papier lub mocną bibułkę. A oto przepis: W 25 ml wody namocz na noc 11 g kleju kostnego. Następnego dnia naczynie z klejem postaw na łaźni wodnej, dodaj 1,5 ml gliceryny i — mieszając — ogrzewaj zawartość naczynia, aż otrzymasz jednolitą zawiesinę. Następnie ciepłym klejem pokryj gumowy wałek z rękojeścią (używany przy pracach fotograficznych) i wałkiem tym przesuwaj po papierze czy bibułce leżącej na płytce szklanej. Warstewka kleju musi być cienka i równomiernie rozłożona.



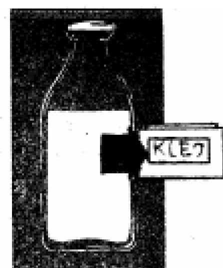
Aby powleczony klejem papier nie pofałdował się, powinien być na czas schnięcia przypięty pineskami do deseczki.
Dzięki dodatkowi gliceryny klej po wyschnięciu szybko i łatwo pochłania wodę, a tym samym zwilżony nim papier nadaje się do oklejania.

Klej rodem z pastwiska

Naprawdę, nie ma w tym żadnej przesady. Posłuchaj tylko, pragnę Cię teraz zapoznać z doskonałymi klejami, które docierają do nas z pastwiska za pośrednictwem pewnego sympatycznego czworonoga.
Naskubawszy się dowoli trawy, poczciwa krowa w organizmie swym wytwarza mleko. Z mleka otrzymać - można, o czym wie każde dziecko, śmietankę, masło, kefir, a również i kazeinę. Kazeina jest to, krótko mówiąc, ścięte i wyosobnione białko zawarte w mleku. Istotna różnica pomiędzy smacznym twarożkiem, a dobrą kazeiną polega na tym, iż dobry twarożek musi być tłusty i nie całkowicie oddzielony od serwatki, zaś dobra kazeina nie może zupełnie zawierać tłuszczu, a ponadto winna być jak najdokładniej opłukana z resztek serwatki.
Praktycznie więc biorąc, kazeinę produkuje się z dobrze odciąganego mleka, w którym strąca się twaróg, oddziela od serwatki i starannie płucze wodą. Po wysuszeniu tak przygotowanego osadu otrzymujemy kazeinę, która jest podstawą do produkcji doskonałych, szeroko dziś stosowanych, klejów kazeinowych. Kleje te są wodoodporne i używa się ich do łączenia drewna, papieru oraz papieru ze szkłem (np. naklejanie etykietek).

W zakładach przemysłowych kazeinę otrzymuje się z mleka dwiema metodami: przez wytrącanie jej kwasami (np. solnym lub siarkowym czy octowym) lub też przy pomocy podpuszczki. (Podpuszczka jest to skomplikowana substancja, tzw. enzym, wyosobniana z żołądków cielęcych).

Pod wpływem nawet minimalnego dodatku podpuszczki mleko natychmiast się „warzy", przy czym wytrąca się kazeina. Niestety, obie te metody otrzymywania kazeiny z mleka są dla Ciebie nieodpowiednie, gdyż podpuszczki nigdzie nie nabędziesz, zaś wytrącanie kazeiny kwasami wymaga odpowiednich przyrządów pomiarowych. Kazeina bowiem wytrąca się przy ściśle określonej kwasowości roztworu. Jeżeli więc dodamy kwasu troszeczkę za mało czy za dużo, kazeiny nie otrzymamy. Dlatego też radzę Ci zastosować bardzo stary, ale dla chemika-amatora w pełni dostępny sposób. A oto przepis.
Dobrze odtłuszczone mleko ogrzej do około 40°C i pozostaw w pokojowej temperaturze. Gdy przekonasz się, że ser oddzielił się już od klarownej serwatki, mieszaj całość ogrzewając jednocześnie do 50 °C. Następnie pozwól serowi opaść na dno, zlej serwatkę, a ser przemyj kilkakrotnie dużą ilością letniej wody. W celu odwodnienia, świeżo otrzymaną kazeinę wyciśnij lekko przez szmatkę, po czym rozdziel na małe ziarna i susz kilkanaście dni w temperaturze pokojowej lub na słońcu. . Suche i twarde ziarna kazeiny pokrusz tak, aby ich wielkość przypominała kaszę mannę. Jeżeli kazeina zostanie dokładnie wypłukana i wysuszona, można przechowywać ją w szczelnym zamknięciu całe lata. Jednak proszę Cię, nie miej do mnie pretensji, jeżeli kazeina spleśnieje, będzie to bowiem dowód, że niestety nie dość starannie ją wypłukałeś, wysuszyłeś, czy też miałeś nie dość czyste naczynie.



Surowiec masz już gotowy, możemy zatem przystąpić do produkcji klejów.
Jeszcze przedtem małe wyjaśnienie. Czysta kazeina w wodzie się nie rozpuszcza, a tylko pęcznieje. Rozpuszcza się ona natomiast w wodnych roztworach różnych zasad, przy czym tak otrzymane roztwory mogą , być odwracalne lub nieodwracalne,

Odwracalność roztworów kazeinowych polega na ich zdolności ponownego rozpuszczania się w wodzie — po wyschnięciu.

Roztwory nieodwracalne, raz utwardzone, nie dają się już w żaden sposób ponownie rozpuścić czy upłynnić.

Jak pewnie się domyślasz, podział ten związany jest z reakcjami zachodzącymi podczas twardnienia spoin kazeinowych. I tak, spoina otrzymana z roztworu odwracalnego twardnieje przede wszystkim dzięki pozbywaniu się wody. Natomiast w spoinach otrzymywanych z roztworów nieodwracalnych, zachodzą reakcje chemiczne pomiędzy kazeiną a wprowadzonymi dodatkami, dzięki czemu powstaje ciało twarde, w niczym już nierozpuszczalne.

Podstawowym warunkiem przeprowadzenia kazeiny do stanu roztworu jest dodanie do niej jakiegoś wodorotlenku lub związku silnie alkalicznego. Zależnie jednak od rodzaju użytego związku otrzymamy roztwór odwracalny lub nieodwracalny.

I tak roztwory odwracalne otrzymuje się, stosując:

a) wodorotlenek sodowy, $NaOH$;
b) wodorotlenek potasowy, KOH;
c) wodorotlenek amonowy, NH_4OH;
d) węglan sodowy, Na_2CO_3.

Chcąc zaś otrzymać roztwory nieodwracalne, należy stosować:

a) wodorotlenek wapniowy, $Ca(OH)_2$;
b) szkło wodne sodowe (Na_2SiO_3) lub potasowe (K_2SiO_3);
c) mocznik, $CO(NH_2)_2$.





Roztwory odwracalne są trwałe — po dodaniu środka konserwującego można je przechowywać całymi tygodniami. Oczywiście, wykonana takim klejem spoina nie jest wodoodporna, lecz na sucho wykazuje bardzo dużą wytrzymałość mechaniczną, przewyższającą wytrzymałość kleju kostnego czy skórnego.

Natomiast roztwory nieodwracalne są bardzo nietrwałe, po 30 minutach, na skutek zachodzących reakcji chemicznych, zaczynają twardnieć i stają się już wówczas niezdatne do użytku.

Oczywiście, stosowanie tego rodzaju klejów jest nieco kłopotliwe, gdyż jednorazowo trzeba przygotowywać tylko takie ich ilości, jakie zostaną zużyte w przeciągu najbliższych kilkunastu minut. Ale za to złącze, utworzone z nieodwracalnych roztworów kazeiny, jest bardzo wytrzymałe mechanicznie, a przy tym odporne na wodę i wilgoć.

Prosty i szybki sposób przyrządzania powoduje, że nieodwracalne roztwory kazeiny górują nad klejem kostnym czy skórnym. Nie trzeba tu niczego długo moczyć, ani ogrzewać. Suchą mieszaninę proszków zalewa się zimną wodą, miesza i już po paru minutach mamy doskonały klej wodoodporny.

Przepisy na kleje kazeinowe odwracalne:

16. a)	Kazeina	25 g
	wodorotlenek sodowy	3 g
	woda	75 ml

W podanej ilości wody rozpuść wodorotlenek sodowy, po czym roztworem tym zalej, w żelaznym naczyniu, drobno zmieloną kazeinę. Po paru minutach mieszania otrzymasz jednorodną zawiesinę kleju.

17. b)	Kazeina	25 g
	wodorotlenek amonowy 25 %	18 ml
	woda	60 ml

Amoniak zmieszaj z wodą i roztworem tym zalej kazeinę.

Oba opisane kleje stosuje się na zimno. Drewno, przeznaczone do łączenia klejami kazeinowymi, musi być suche. Obie suche i czyste powierzchnie przeznaczone do klejenia pokrywa się cienko klejem (uważaj, aby nie było w nim żadnych grudek), czeka 2—3 minuty, po czym łączy razem. Nacisk potrzebny przy klejach kazeinowych stosowanych do drewna jest niewielki, wynosi około 5 kG/cm^2.

Przepisy na kleje kazeinowe nieodwracalne.

Jeżeli pragniesz wykonać dobry, wodoodporny klej do drewna, kartonu i papieru, to wybierz jeden z poniżej podanych przepisów:

18. a)	Kazeina	25 g
	wodorotlenek wapniowy	8 g
	woda	73 ml

Podaną ilością ciepłej wody rozrób wapno gaszone i do zawiesiny tej, wolnej od grudek i piasku, wsyp odważoną porcję kazeiny. Po parominutowy starannym wymieszaniu otrzymasz dobry, wodoodporny klej. Pamiętaj jednak, że klej ten po upływie około 30 minut silnie gęstnieje i w tym stanie nie nadaje się już do klejenia — a więc nie rozrabiaj go niepotrzebnie zbyt wiele.

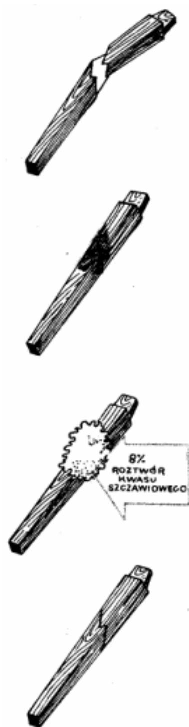


Jeżeli zamiast w wodorotlenku wapniowym kazeinę rozpuścisz w mieszaninie szkła wodnego i ługu sodowego, otrzymasz wówczas kazeinowy klej nieodwracalny, wodoodporny, ale twardniejący znacznie wolniej.

19. b)	Kazeina	10 g
	wodorotlenek sodowy	2,5 g
	szkło wodne sodowe	7 g
	woda	4 g

W podanej ilości wody rozpuść wodorotlenek sodowy. Roztwór ten zmieszaj ze szkłem wodnym i mieszaniną tą zalej odważoną porcję kazeiny. Po paru minutach mieszania otrzymasz doskonały klej, który twardnieje dopiero po paru godzinach — a więc nie trzeba się z nim tak spieszyć, jak przy klejeniu klejami z wodorotlenkiem wapniowym.

Kończąc omawianie łączenia drewna klejami kazeinowymi, pragnę Cię ostrzec przed pewną dość nieprzyjemną niespodzianką.



Może zdarzyć się, że zapragniesz w domu naprawić za pomocą kleju kazeinowego jakiś uszkodzony mebel wykonany z dębu, akacji, orzechu lub klonu. Operacja się uda, fornier będzie się świetnie trzymał, ale pacjent wyjdzie z tej operacji mocno zeszpecony. Oto miejsca sąsiadujące ze spoiną zabarwią się na brzydki, rdzaworudy kolor.

Nie należy się tym jednak wcale przejmować. Nie wpadaj wówczas w rozpacz i nie staraj się papierem ściernym, scyzorykiem czy innym ostrym narzędziem zdrapać tej plamy. Jest to niepotrzebne i zupełnie bezcelowe.

Jeżeli na klejonym drewnie wystąpią takie plamy, przygotuj spokojnie 8% wodny roztwór kwasu szczawiowego, nasyć nim lekko watkę i połóż na plamie. Po 3—4 minutach plama zniknie. Miejsce to przetrzyj wodą, wytrzyj do sucha i — po zmartwieniu.

Przyczyną pojawiania się plam jest garbnik, tanina, występująca obficie w wymienionych gatunkach drewna. W połączeniu z silnymi zasadami, jakie zawsze zawiera klej kazeinowy, tanina daje takie właśnie brunatnorude związki. Szczególnie mocno występują plamy, jeśli się klei drewno dębowe, akacjowe, orzechowe czy klonowe niedostatecznie jeszcze wysuszone.

Inne gatunki drewna, a zwłaszcza drewno drzew iglastych, nie wykazują pod wpływem klejów kazeinowych skłonności tworzenia plam.

Podam Ci teraz przepis na specjalny klej kazeinowy, przeznaczony do bardzo trwałego łączenia kartonu i tektury.

20. W 100 ml wody rozpuść 2 g boraksu. Roztworem tym zalej 30 g sproszkowanej kazeiny. Aby przyspieszyć pęcznienie ziarenek kazeiny, naczynie postaw na łaźni wodnej i ogrzewaj, mieszając, aż znikną kluski. Naczynie odstaw, aby kazeina ostygła, dodaj 10 ml 25% amoniaku i 15 ml denaturatu. Jeżeli po dokładnym wymieszaniu roztwór okaże się za gęsty, dodaj odrobinę wody. Klej ten wysycha i twardnieje dosyć szybko, lecz rozrobiony można przechowywać przez kilkanaście dni. Otrzymana spoina jest bardzo trwała i wodoodporna.

Z kazeiny możesz również wykonać wodoodporny klej do etykietek naklejanych na butelki, słoiki i inne przedmioty szklane. Spodziewam się, że ten klej zainteresuje Cię, gdyż z własnego doświadczenia wiem, ile to kłopotu sprawiają wiecznie odstające i odpadające w laboratorium etykietki. Jeżeli natomiast przymocujesz je niżej podanym klejem i pokryjesz jeszcze lakierem, gwarantuję, że etykietki, mimo częstego używania naczyń, wytrzymają co najmniej rok albo jeszcze dłużej.



21. 20 g drobno zmielonej kazeiny zmieszaj na sucho z 8 g boraksu; mieszaninę tę rozpuść (starannie mieszając) w 100 ml gorącej wody. Po całkowitym rozpuszczeniu się kazeiny, dodaj jeszcze, zależnie od potrzeby, 30—50 ml wody.

Tak otrzymany klej wiąże szybko i nieodwracalnie, a więc przygotuj najpierw naczynie i etykietki, abyś zdążył je nakleić, zanim klej stwardnieje. Pamiętaj, że szkło musi być zupełnie czyste (nie zatłuszczone) i suche. Po 24 godzinach pokryj etykietki lakierem, otrzymanym przez rozpuszczenie 5 g bezbarwnego polistyrenu w 100 ml „Tri".

Co zawdzięczamy roślinom ?

Pytanie w tytule odnosi się oczywiście tylko do interesującej nas obecnie dziedziny klejów.

W porównaniu do zwierzęcych, rodzina klejów roślinnych jest o wiele liczniejsza. Należą do niej m. in.: mąka zbożowa i ziemniaczana, przybysz z dalekich krajów — żywica sandarak, mąka z nasion soi, zwykła kalafonia oraz wydzielina z afrykańskich akacji — guma arabska. Do klejów roślinnych zaliczamy również kleje kauczukowe i te, w skład których wchodzi szelak.



Praktycznie jednak rzecz biorąc, z tak wielkiej ilości klejów roślinnych, ze względu na dostępność surowców, znaczenie dla Ciebie mają tylko różne kleje skrobiowe, kauczukowe i kalafoniowe. Zacznijmy od klejów skrobiowych. Podstawową substancją tych klejów są cząsteczki — olbrzymy skrobi, utworzone z tysięcy pojedynczych cząsteczek cukru — glikozy. Kształt i wielkość ziarenek skrobi są charakterystyczne dla danej rośliny.

I tak, ziarenka skrobi ryżu i owsa są owalne i maleńkie. Ziarenka skrobi pszenicy i kukurydzy są już nieco większe, natomiast ziarenka skrobi ziemniaczanej to kuliste olbrzymy, dostrzegalne już przez szkło powiększające. Aby ze skrobi otrzymać klej, należy te wielkie cząsteczki rozbić na wiele mniejszych.

Proces przechodzenia skrobi w klej, czyli, jak to się mówi, proces rozklejania, polega na hydrolizie skrobi pod wpływem wody z odpowiednimi dodatkami. Istnieje wiele sposobów i metod rozklejania skrobi. Spośród nich wybrałem dla Ciebie najprostszy do przeprowadzenia.

100 g skrobi (mąki ziemniaczanej) wymieszaj w emaliowanym naczyniu ze 100 ml wody i ogrzej na łaźni wodnej do temperatury 55° C. W temperaturze tej wlewaj powoli małymi porcjami, stale mieszając, roztwór zawierający 3 ml stężonego kwasu siarkowego w 20 ml wody. Całość dokładnie wymieszaj i ogrzewaj na łaźni wodnej, często mieszając i utrzymując temperaturę około 50°C w ciągu 3 godzin.



Teraz trzeba zobojętnić nadmiar kwasu siarkowego. W tym celu do skrobi dodaj 2—3 krople fenoloftaleiny, po czym, silnie mieszając, dolewaj małymi porcjami 10% wodnego roztworu wodorotlenku sodowego. Z chwilą gdy pojawi się już lekko różowe zabarwienie, trwałe mimo mieszania, zobojętnianie jest skończone. Rozklejoną skrobię wylej na blachę, aby dobrze wyschła, po czym sproszkuj ją i wsyp do słoika.

Z tak przygotowanej skrobi możesz już wykonać dobry klej do papieru, kartonu i tektury.

22. W tym celu w 3 ml wody rozpuścić 2 g wodorotlenku sodowego; w osobnym naczyniu wymieszaj 20 g Twojej skrobi z 25 ml wody, po czym dodaj roztworu wodorotlenku i całość dokładnie ponownie wymieszaj.

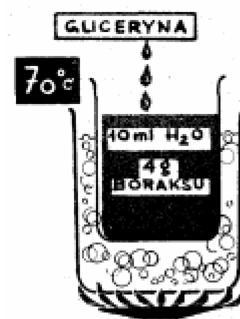


Klej ten twardnieje przez wyparowanie wody, można więc przechowywać go nawet bardzo długo w szczelnie zamykanych naczyniach.

Jeżeli jednak nie chce Ci się samemu przeprowadzać rozklejania skrobi, to do sporządzania klejów możesz użyć łatwej do nabycia dekstryny. Jest to suchy, miałki proszek barwy białej, żółtej lub brązowej, otrzymany z mąki ziemniaczanej.
A oto prosty przepis na klej dekstrynowy.

23. W 25 ml wrzącej wody rozpuszcza się 35 g dekstryny, po czym dodaje 25 ml szkła wodnego. Klej ten nadaje się do łączenia papieru i tektury.
Jeżeli zajmujesz się introligatorstwem, to z pewnością zainteresuje Cię klej dekstrynowy, który możesz przygotować w następujący sposób.

24. W emaliowanym naczyniu 40 g dekstryny wymieszaj dokładnie z 40 ml wody. Naczynie postaw na łaźni wodnej i ogrzewaj do 70° C, mieszając tak długo, aż otrzymasz jednolitą zawiesinę. Teraz dodaj roztworu zawierającego 10 ml wody, 4 g boraksu i 5—6 kropli gliceryny. Całość dokładnie wymieszaj i przelej do glinianego garnuszka zawiązywanego mokrą szmatką. Może wydaje Ci się to trochę dziwne, ale właśnie w ten sposób należy przechowywać kleje skrobiowe.



25. Inny znowu klej dekstrynowy jest niezastąpiony przy naklejaniu papieru na folie metalowe. Jego skład jest taki:

dekstryna	40 g
woda	70 ml
siarczan amonowy	1 g
gliceryna	3 g

Połową podanej ilości wody zalej na ciepło dekstrynę. W pozostałej ilości wody rozpuść siarczan amonowy oraz glicerynę, po czym roztwór ten wlej do naczynia z dekstryną. Całość dokładnie wymieszaj.

Egzotyczny gość

Mianem tym można na pewno określić ścięty sok pewnych azjatyckich i amerykańskich drzew. Jest nim naturalny kauczuk, surowiec do wyrobu gumy.

Pamiętaj jednak, że kleje otrzymywać można tylko z kauczuku surowego jeszcze nie wulkanizowanego.

Oczywiście, również z kauczuków syntetycznych wyrabia się najróżniejsze kleje, ale, jak się chyba domyślasz, są to dla Ciebie surowce zupełnie niedostępne. Dlatego też za chwilę pomówimy o gotowych klejach z kauczuków syntetycznych.

Z surowego kauczuku naturalnego wyrabia się podeszwy do obuwia. W języku potocznym te białe lub kremowe podeszwy zwą się gumą indyjską lub słoniną. Właśnie ta kremowa słonina będzie dla Ciebie doskonałym surowcem (w zupełności wystarczą jej ścinki, czy nawet stare, zdarte już podeszwy).

26. A oto klej do łączenia gumy:

3 g drobno pokrojonego nie wulkanizowanego kauczuku w szczelnie zamkniętym słoiczku zalej 25 ml benzenu lub czystej benzyny ekstrakcyjnej (rozcieńczalnik do farb olejnych).

Uwaga: do sporządzania kleju nie wolno Ci nigdy używać benzyny samochodowej, gdyż posiada ona trujące domieszki.

Po 2—3 dniach skrawki kauczuku całkowicie się rozpuszczą. Przeznaczone do klejenia miejsce i łatkę oczyść dokładnie grubym papierem ściernym, po czym obie powierzchnie pokryj klejem. Pamiętaj, że gumy, którą masz skleić, nie wolno przedtem zmywać benzyną.

Po 10—15 minutach, gdy klej już zupełnie wyschnie, trzeba obie powierzchnie powlec ponownie klejem, poczekać aż wyraźnie zgęstnieje, po czym złożyć oba kawałki i ścisnąć na parę godzin.

27. Klej do gumy i skóry:

W metalowym naczyniu roztop 35 g kalafonii, po czym dosyp 40 g drobno pokrojonego kauczuku naturalnego. Całość ogrzewaj, mieszając, aż kauczuk całkowicie rozpuści się w kalafonii. Gdy to nastąpi, dodaj 25 ml pokostu i dokładnie wymieszaj. Klej ten nakłada się po uprzednim podgrzaniu.

28. Klej do łączenia skóry:

Do 20 g stopionej kalafonii dodaj 20 ml oleju lnianego, po czym na gorąco wrzuć 10 g naturalnego kauczuku. Całość ogrzewaj, mieszając, aż kawałeczki kauczuku całkowicie się rozpuszczą.

Skóra przeznaczona do klejenia musi być sucha i dokładnie oczyszczona twardym papierem ściernym.

Kauczuk naturalny i syntetyczny jest podstawowym składnikiem wielu doskonałych klejów. Przegląd ich zacznę od doskonałego i o szerokim zastosowaniu kleju o nazwie „Butapren”. Dla wygody indywidualnych drobnych odbiorców sprzedawany jest on w opakowaniach: 0,4; 0,7; 1 kg.

Klej „Butapren”, będący roztworem kauczuku syntetycznego, przeznaczony jest do łączenia skór, gum mikroporowatych i tkanin. Przeznaczone do łączenia powierzchnie muszą być czyste (wolne od kurzu i błota), a przede wszystkim suche. Obie powierzchnie powleka się cienko, lecz równomiernie klejem, czeka się, aż rozpuszczalnik częściowo odparuje, po czym, gdy klej stanie się już bardzo gęsty, powierzchnie łączy się ze sobą. Podczas schnięcia łączone elementy powinny być przynajmniej lekko ściśnięte.



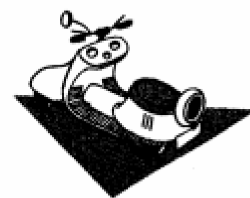
Czas schnięcia spoiny zależy w dużej mierze od porowatości klejonego ciała. Ogólnie jednak biorąc, spoina nabiera wytrzymałości po 6—8 godzinach.

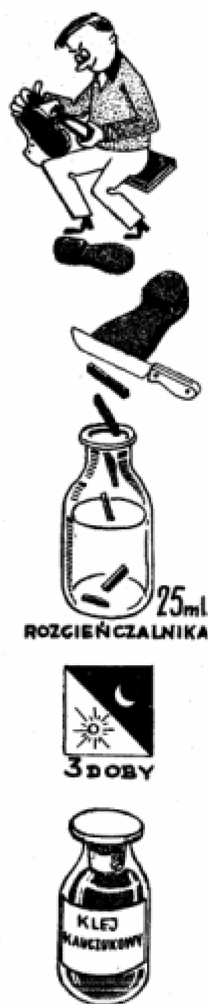


Gdy klej zbytnio zgęstnieje lub gdy zachodzi potrzeba jego zmycia, musisz użyć ksylenu jako rozpuszczalnika. Jest to bezbarwna, łatwopalna ciecz o silnym, charakterystycznym zapachu.

Poważną wadą „Butaprenu" jest termoplastyczność otrzymywanych tym klejem spoin. Inaczej mówiąc, spoina butaprenowa po ogrzaniu traci swą wytrzymałość.

Od wady tej jest wolny inny klej kauczukowy, zwany w handlu klejem A i B. Jest to klej dwuskładnikowy, sprzedawany oczywiście w oddzielnych puszkach (0,6 i 1,3 kg). W jednej puszce znajduje się składnik *A,* w drugiej zaś składnik B. Na 20 minut przed użyciem oba składniki A i B miesza się dokładnie w stosunku 1:1. Pragnę Cię tylko przestrzec w tym miejscu, abyś w wielkim zapale klejenia nie wymieszał przypadkiem całej puszki składnika A z całą puszką składnika B. Tak postępować nie wolno.





Jednorazowo należy mieszać tyle tylko kleju, ile zużyjesz w przeciągu najbliższej pół godziny. Po upływie tego czasu klej nieodwracalnie twardnieje. Po prostu, po zmieszaniu składnika *A* ze składnikiem B zapoczątkowana zostaje powolna wulkanizacja kauczuku. Jak już mówiliśmy, wulkanizacja jest procesem nieodwracalnym. Dlatego też stwardniałego kleju już nie upłynnisz, ale za to wykonana takim klejem spoina nie ucierpi ani od ciepła, ani wskutek działania rozpuszczalników.

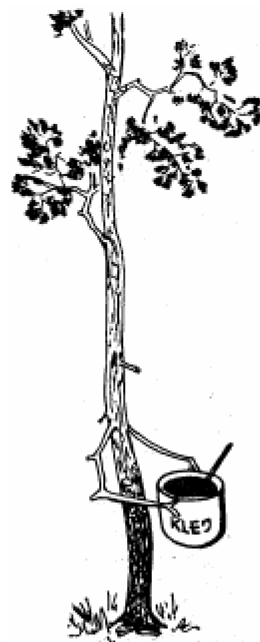
Zastosowanie kleju *A* i B jest takie same, jak poprzednio omówionego „Butaprenu". Dodatkowo warto pamiętać, że klej *A* i B nadaje się doskonale do reperacji gumowanej powłoki składaka, a także do impregnacji tkanin.

Polecam Ci również klej „Butapren L-40", przeznaczony przede wszystkim do łączenia gumy z metalami. Powierzchnię gumy przeznaczoną do klejenia musisz dokładnie oczyścić i uczynić bardziej chropowatą za pomocą gruboziarnistego papieru ściernego lub metalowej tarki. Powierzchnię metalu trzeba uwolnić od rdzy i brudu a następnie odtłuścić, przemywając benzyną ekstrakcyjną lub acetonem. Obie powierzchnie smarujemy klejem, czekamy chwilę, aż rozpuszczalnik odparuje (trwa to około 10 minut), po czym łączymy je ze sobą. Spoina musi schnąć pod naciskiem co najmniej 3—4 godzin.

Ponadto, specjalnie do reperacji dętek i wyrobów z miękkiej gumy, produkowany jest klej w tubkach „KG nr 6" i „KG nr 9".

Wreszcie wspomnę Ci jeszcze o dwu klejach kauczukowych, stosowanych do mocowania wykładzin podłogowych: są to kleje „Butalep" oraz „ASB".

Z rodzimej sosny



Żywica sosnowa, poddana destylacji, daje nam terpentynę oraz pozostałość stałą, którą dobrze wszyscy znamy — kalafonię. I Ty nieraz widziałeś żółte jak bursztyn bądź brązowawe bryłki używane na przykład przez skrzypków do nacierania smyczka. Przypominasz więc sobie pewnie, że kalafonia jest bardzo krucha. Wystarczy ją nacisnąć paznokciem, a już pęka niczym szkło.

A jednak z tej kruchej substancji bardzo łatwo można otrzymać doskonałe kleje do łączenia tkanin z drewnem lub metalem oraz do łączenia tomofanu i do przymocowania winyleum.

29. W żelaznym naczyniu stop 100 g kalafonii. Osobno w 80 ml wody, rozpuść 11 g ługu sodowego.

Uwaga! Włóż koniecznie okulary motocyklowe lub przeciwsłoneczne. (Oczy, jak dotychczas, są elementem niewymiennym, muszą Ci więc wystarczyć na całe życie). Tak zabezpieczony wlewaj ostrożnie, bardzo małymi porcjami, roztwór ługu do stopionej kalafonii. Całość musisz ogrzewać i energicznie mieszać. Ponieważ podczas tego zabiegu może nastąpić pryskanie, nie wolno Ci pracować bez okularów.



Mniej więcej po 20—30 minutach mieszania na gorąco, otrzymasz jednorodną zawiesinę dobrego kleju kalafoniowego. Klej ten, jak łatwo się domyślić, twardnieje pod wpływem utraty wody.

Wobec tego, trzeba go przechowywać w naczyniach szczelnie zamykanych.

Charakterystyczną cechą wszystkich klejów kalafoniowych jest doskonała adhezja do metali, szkła, porcelany i celofanu.

O klejach z piasku

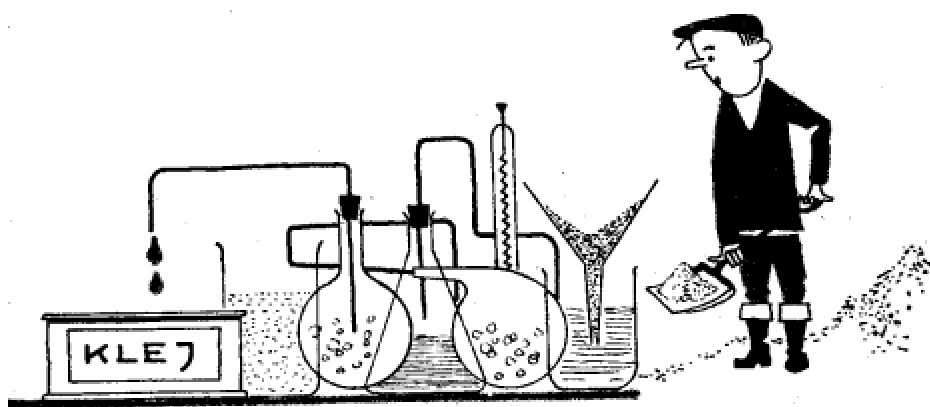


W pięknym wierszu Mickiewicza „Pani Twardowska" diabeł bardzo szybko i zręcznie kręci bicz z piasku, ale niestety, to tylko w bajkach tak wszystko łatwo się odbywa.

W jaki jednak sposób — tak zupełnie na serio — z piasku, tej sypkiej substancji, można robić klej?

Bo przecież robi się to, i to już od dawna. Wystarczy mianowicie stopić w temperaturze 1400 °C czysty piasek kwarcowy z tlenkiem sodowym, aby otrzymać krzemian sodowy, związek zwany powszechnie szkłem wodnym. Właśnie ten krzemian sodowy jest najważniejszym przedstawicielem naturalnych klejów mineralnych. Szkło wodne służy dziś do wyrobu licznych klejów stosowanych szeroko w przemyśle, jak również do sporządzania różnych kwasoodpornych i soloodparnych kitów.

No, ale o tym pomówimy jeszcze w ostatnim rozdziale.



Teraz zaś podam Ci parę przepisów na różne kleje krzemianowe, które można stosować do klejenia tektury, szkła, porcelany, fajansu, terakoty.

30. Wodoodporny klej do kartonu i tektury używany w fabrykach przy produkcji tektury falistej:

szkło wodne sodowe	200 g
woda	40 ml
siarczan cynkowy	10 g
wodorotlenek amonowy	15 ml

W 20 ml wody rozpuść siarczan cynkowy i dodaj wodorotlenku amonowego. Szkło wodne wymieszaj z 10 ml wody, dodaj roztworu siarczanu cynkowego z amoniakiem. Po dokładnym wymieszaniu całości dodaj jeszcze 10 ml wody.

Klej ten twardnieje przez wyparowanie, bądź pochłanianie wody, niemniej jednak raz utwardzony, znosi zupełnie dobrze wilgoć.

31. Klej do fajansu i terekoty:

szkło wodne sodowe	136 ml
włókna azbestowe	100 g
olej rycynowy	14 ml

Kleju tego używa się do mocowania ceramicznych wykładzin ściennych i podłogowych.

32. Klej do łączenia papieru z foliami metalowymi :

W 7 ml mleka i 5 ml gliceryny rozpuść na gorąco 20 g cukru. Do roztworu tego dodaj 45 ml szkła wodnego i, jeżeli roztwór ten jest zbyt rzadki, zagęść go nieco poprzez odparowanie na łaźni wodnej.

33. Klej do etykietek na metalu:

W 10 ml wody i 3 ml gliceryny rozpuść na gorąco 15 g cukru. Osobno stop 5 g kalafonii i wlej do niej (stale mieszając) 60 ml gorącego szkła wodnego. Następnie wlej

uprzednio przygotowany roztwór cukru. Całość dokładnie wymieszaj i, w razie potrzeby, dodaj odrobinę wody lub ją odparuj na łaźni wodnej.



Jak zauważyłeś, pozostawiam Ci tu swobodę w samodzielnym uzyskiwaniu odpowiedniej gęstości kleju, gdyż nie wiem, jakie uda Ci się nabyć szkło wodne, bowiem w sprzedaży jest wiele odmian o różnej gęstości.

I to byłoby już wszystko, co trzeba powiedzieć o najważniejszych i możliwych do wykonania w warunkach domowych klejach naturalnych.

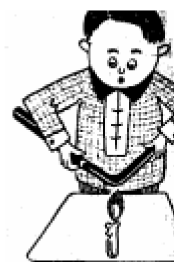


Klejenie tworzyw sztucznych

Pragnę teraz podać trochę przepisów i rad, w jaki sposób należy kleić pospolite tworzywa sztuczne.

Dla pewności przypomnę Ci jeszcze, iż wszystkie tworzywa sztuczne podzielić można na dwie grupy: tworzywa termoplastyczne i termoutwardzalne.

Pierwsze z nich miękną i nabierają plastyczności przy grzaniu. Do tej grupy należy przede wszystkim polichlorek winylu (miękki i twardy), polistyren, polimetakrylan metylu (popularnie zwany pleksiglasem lub wprost pleksi), nylon, polietylen oraz pochodne celulozowe. Klejenie tych wszystkich tworzyw jest w zasadzie łatwe, bowiem dla każdego z nich można dobrać odpowiedni rozpuszczalnik.



Zapamiętaj, że tworzywa sztuczne termoplastyczne można kleić albo samymi rozpuszczalnikami, albo też klejami otrzymywanymi przez rozpuszczenie danego tworzywa w odpowiednim rozpuszczalniku.

Znacznie natomiast trudniej przedstawia się sprawa klejenia tworzyw termoutwardzalnych. Tworzywa te, do których należą między innymi bakelit, galalit, tworzywa mocznikowe czy melaminowe, raz utwardzone w czasie produkcji, nie dają się już zmiękczyć ogrzewaniem. Wiąże się to ściśle z utratą rozpuszczalności we wszelkich rozpuszczalnikach. Tak więc do klejenia tworzyw termoutwardzalnych trzeba, stosować odpowiednie kleje twardniejące na zimno lub na gorąco, **ale pod wpływem zachodzących w spoinie reakcji chemicznych.**



Podstawą powodzenia przy klejeniu tworzyw sztucznych jest trafna ich identyfikacja. To jest chyba oczywiste. Aby wiedzieć, czym kleić, należy najpierw wiedzieć, co się klei. Trzeba umieć bezbłędnie rozróżniać tworzywa sztuczne. Ale nie martw się, sprawa identyfikacji, czyli rozróżniania, najpospolitszych odmian tworzyw sztucznych nie jest wcale trudna.

Najprostszą i najszybszą metodą identyfikacji tworzyw sztucznych, nie wymagającą przy tym żadnych odczynników ani aparatury, jest **analiza płomieniowa.** Próbkę badanego tworzywa wprowadzasz do małego, nieświecącego płomienia gazowego lub płomienia lampki spirytusowej. Następnie, biorąc pod uwagę stopień zapalności, barwę płomienia, wydzielający się zapach i wygląd pozostałości, przeprowadzasz identyfikację tworzywa.



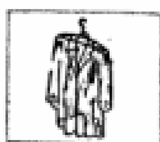
Poniżej podaję Ci opis zachowania się w płomieniu najpopularniejszych tworzyw sztucznych. Będę przy tym stosował następujące oznaczenia:

1 – łatwopalność,
2 – czy gaśnie po wyjęciu z płomienia,
3 – wygląd płomienia,
4 – wygląd pozostałości po spaleniu,
5 –zapach wydzielany przy spaleniu.

A. Tworzywa termoplastyczne (obok nazwy naukowej podaję nazwę handlową i zastosowanie)

Polichlorek winylu (PCW, igelit, windur – płaszcze, paski, portfele, izolacja, rury, płyty, naczynia):

1 – mała,
2 – tak,
3 – żółty, zielony na brzegach, biały dym,
4 – mięknie, czernieje,
5 – ostry zapach HCl











Poliamidy (nylon, stilon, perlon, kapron – włókna, tkaniny, folie, koła zębate, łożyska, żyłki):

1 – średnia
2 – tak,
3 – biały z żółtym wierzchołkiem,
4 – topi się, pieniące krople,
5 – charakterystyczny.

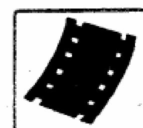
Polimetakrylan metylu (szkło organiczne, plexiglas – optyka, elektrotechnika, modelarstwo, galanteria, komunikacjia):

1 – średnia
2 – nie,
3 – wierzchołek żółtawy, cały niebieskawy, drobne iskierki
4 – mięknie, lekko ciemnieje,
5 – woń kwiatowa.

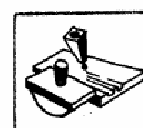
Polistyren (lustrex, styroflex – elektronika, galanteria, zabawki, gospodarstwo domowe):



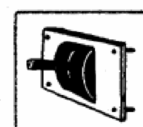
1 – duża,
2 – nie,
3 – żółtopomarańczowy, gęsty czarny dym
4 – mięknie i nadtapia się,
5 – charakterystyczny dla styrenu.



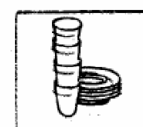
Polietylen (lupolen, petrothen, hostalen – elektronika, rury, folie, włókna, gospodarstwo domowe):



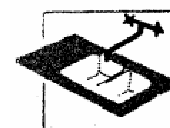
1 – duża,
2 – nie,
3 – wierzchołek niebieskawy, dół żółty,
4 – topi się, spływa przejrzystymi kroplami
5 – palonej parafiny



Azotan celulozy (celuloid – błony, plyty, zabawki):



1 – bardzo duża,
2 – nie,
3 – żółty, bardzo gorący, spalanie gwałtowne,
4 – bez napełniaczy spala się całkowicie,
5 – charakterystyczny po zgaszeniu.



Octan celulozy (cellon, cellit – błony, folie, płyty, galanteria, instrumenty muzyczne):

1 – średnia,
2 – nie,
3 – żółty, nieco czarnego dymu,
4 – topi się i spływa palącymi kroplami,
5 – charakterystyczny dla kwasu octowego.

B. Tworzywa termoutwardzalne

Tworzywa fenolowe

Żywica lana (nowolak – galanteria, elektrotechnika, zdobnictwo):

1 – mała,
2 –tak,
3 - żółty, iskry,
4 – głębokie zwęglenie,
5 – fenolu i formaldehydu.

Tłoczywa (pabak, bakelit – płyty, pręty, elektrotechnika, łączność):

1 – mała,
2 – tak,

3 – żółty
4 – zwęgla się, pęcznieje,
5 – fenolu, formaldehydu i papieru lub drewna.

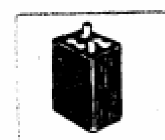
Tworzywa aminowe

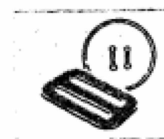
Mocznikowe (aminolac – artykuły gospodarstwa domowego):

1 – mała,
2 – tak,
3 – jasnożółty, niebieskawy,
4 – pęcznieje, pęka, bieleje na brzegach,
5 – mocznika, formaldehydu.

Melaminowe (aminocard – artykuły gospodarstwa domowego, meble, laminaty):

1 – mała
2 – tak,
3 – bazbarwny,
4 – pęka, pęcznieje, bieleje na brzegach,
5 – formaldehydu, amoniaku.





Tworzywa kauczukowe (ebonit – elektrotechnika, akumulatory, wykładziny ochronne):

1 – średnia,
2 – nie,
3 – żółtopomarańczowy, czarny dym,
4 – pęcznieje, mięknie
5 – zapach dwutlenku siarki.

Tworzywa białkowe (galalit – galanteria, artykuły gospodarstwa domowego, materiały piśmienne):

1 – średnia,
2 – tak,
3 – popielaty, żółty dym
4 – pęcznieje, pęka, częściowo się zwęgla,
5 – spalonych włosów.

Przegląd sposobów łączenia i używanych do tego celu klejów zacznę od najprostszych i najpopularniejszych tworzyw termoplastycznych.

a) Polichlorek winylu

Wżyciu codziennym spotykamy się z dwoma rodzajami wyrobów z polichlorku winylu: miękkimi i twardymi. Miękkie zwane są w języku potocznym igelitem, twarde zaś — winidurem.
Ze smutkiem muszę Ci zakomunikować, że te dwa gatunki wyrobów z polichlorku winylu wymagają, niestety, odrębnych klejów.

Polichlorek winylu miękki, czyli igelit, z którego wyrabiane są obrusy, płaszcze przeciwdeszczowe, śniadaniówki, paski, portfele, okładki na zeszyty, aktówki, rurki przewodowe, koszulki izolacyjne, można łączyć rozpuszczalnikiem bądź też klejem.
W sprzedaży znajduje się specjalnie do tego celu produkowany klej o nazwie „Igol" oraz „Klej PCW/Ch". Te dosyć rzadkie kleje są prawie bezbarwnymi roztworami o woni gorzkich migdałów.
Obie przeznaczone do łączenia powierzchnie, czyste i zupełnie suche, powleka się cienko klejem, czeka minutę, po czym silnie ściska ze sobą. Spoina nabiera pełnej wytrzymałości dopiero po 8—10 godzinach.

Dobrym rozpuszczalnikiem dla polichlorku winylu jest tylko **cykloheksanon.** Powierzchnie przeznaczone do łączenia zwilża się cykloheksanonem i od razu ściska ze sobą.

Radzę zachować dużą ostrożność przy klejeniu tą metodą cienkich folii obrusowych czy płaszczowych. Uważaj, aby nigdzie nie kapnęła kropla rozpuszczalnika, jak również unikaj jego nadmiaru, może bowiem nastąpić silne sfałdowanie materiału.



Z twardego polichlorku winylu, czyli winiduru, tworzywa zazwyczaj barwy brązowofioletowej, wyrabiane są rury, pręty, płyty, wiaderka oraz cienkościenne, lecz sztywne i wytrzymałe pudełka.

Do łączenia winiduru łatwo dostaniesz klej o nazwie „PCW/AT". Klej ten ma postać bezbarwnej galarety, którą przed użyciem trzeba dokładnie rozmieszać (na ciepło).
Przeznaczone do łączenia powierzchnie oczyść papierem ściernym lub pilnikiem, zmyj acetonem, po czym powlecz klejem. Oba elementy ściśnij i pozostaw przez 4 godziny.

Samym cykloheksanonem winiduru nie można połączyć trwale. Mając jednak rozpuszczalnik, możesz sam wykonać doskonały klej do winiduru. W tym celu nastrugaj nożem lub pilnikiem 1 g drobniuteńkich wiórków winidurowych i rozpuść je w 10 ml cykloheksanonu.

b) Polistyren

To tak rozpowszechnione tworzywo sztuczne (w przeciwieństwie do polichlorku winylu rozpuszczalnego tylko w cykloheksanonie) dobrze rozpuszcza się w toluenie, benzenie, „Tri".

W sprzedaży znajduje się klej do polistyrenu o nazwie „Polistyro-Cement". Jest to po prostu toluenowy roztwór bezbarwnego polistyrenu. Ponieważ zarówno toluen, jak też i benzen (nie myl z benzyną) rzadko spotyka się w sprzedaży, z rozpuszczalników do polistyrenu pozostaje Ci do dyspozycji tylko „Tri".

Ciecz ta jest doskonałym rozpuszczalnikiem polistyrenu, o czym już mówiliśmy w pierwszym rozdziale. Jednak roztwory takie schną wolno, a otrzymana spoina nabiera pełnej wytrzymałości dopiero po tygodniu.

Jeżeli masz zamiar łączyć przedmioty polistyrenowe o małej powierzchni spoiny, wystarczy obie powierzchnie zwilżyć „Tri", złączyć je i ścisnąć. Już po kilkunastu minutach przedmioty się trzymają, ale, jak już, wspomniałem, pełnej wytrzymałości spoina nabiera dopiero po tygodniu.

Ten sam zabieg klejenia rozpuszczalnikiem możesz przeprowadzić za pomocą toluenu. Wówczas spoina już po 2—3 dniach zyska pełną wytrzymałość.

Natomiast w przypadku, gdy wypadnie Ci łączyć duże powierzchnie polistyrenu, stanowczo radzę posługiwać się klejem. Klej taki otrzymasz rozpuszczając
1 g polistyrenu w 15 ml „Tri" lub jeszcze lepiej w 15 ml toluenu. Jakiego użyjesz surowca, takiej też barwy będzie i roztwór kleju.

Pamiętaj również, aby unikać nadmiaru kleju, gdyż wówczas zbyt wielkie ilości rozpuszczalnika bardzo długo muszą wnikać w samo tworzywo, co w ostatecznym rezultacie osłabia spoinę.

c) Polimetakrylan metylu (pleksiglas)

Tworzywo to, z którego wyrabiane są przezroczyste, bezbarwne oprawy okularów, rękojeści parasolek, pudełka, broszki itp., można łączyć zarówno rozpuszczalnikiem, jak też i odpowiednimi klejami.

Najprostszymi dobrymi rozpuszczalnikami do pleksi są chloroform i stężony kwas octowy.

W sprzedaży do łączenia pleksi znajduje się klej o nazwie „Plexi-Cement". Do łączenia tworzywa samym rozpuszczalnikiem radzę Ci używać stężonego kwasu octowego, chloroform bowiem jest cieczą zbyt lotną. Z nabyciem stężonego kwasu octowego nie będziesz miał większych trudności. Przecież w sklepach spożywczych można nabywać tak zwaną esencję octową. Jest to 80—85% kwas octowy.

Powierzchnie przeznaczone do łączenia zwilż kwasem octowym, poczekaj parę minut, aż stwierdzisz powierzchniowe spęcznienie tworzywa, po czym oba elementy złóż ze sobą, ściśnij i pozostaw przez 3—4 dni.



Chloroform zastosuj natomiast do sporządzania kleju. W tym celu do 20 ml chloroformu wsyp 1 g drobnych strużynek pleksi. Więcej nie wsypuj, otrzymasz bowiem gęstą galaretę, którą będziesz musiał rozcieńczać. Uprzedzam Cię od razu, że rozpuszczenie strużynek pleksi trwa długo, co najmniej 24 godziny.
Obie powierzchnie pokrywa się klejem i od razu łączy ze sobą. Duży nacisk nie jest w zasadzie potrzebny, umożliwia on tylko w początkowej fazie wyciśnięcie ze spoiny pęcherzy powietrza. Jeżeli uda Ci się dokładnie te pęcherze wycisnąć, dopóki klej jeszcze zbytnio nie zgęstnieje, to spoina będzie ładna — przezroczysta i prawie niewidoczna.
Po wyglądzie spoiny fachowiec od razu potrafi ocenić umiejętność klejącego. Właśnie tu, przy pleksi, niczego się nie da ukryć, „zapacykować". Każda wada, każde niedbalstwo stają się od razu doskonale widoczne, szpecąc przedmiot.

Spoina otrzymana za pomocą kleju (z chloroformem jako rozpuszczalnikiem) nabiera pełnej wytrzymałości dopiero po 4 dniach schnięcia w temperaturze pokojowej.



d) Poliamidy

Aby nie było żadnych nieporozumień, wyjaśniam, iż chodzi tu o łączenie tworzyw sztucznych znanych pod nazwami: nylon, stilon, kapron i perlon. Z tworzyw tych wyrabiane są bezzawiasowe oprawy do okularów przeciwsłonecznych, żyłki rybackie, folie na peleryny i płaszcze przeciwdeszczowe, rozmaite rękojeści, uchwyty i pokrętła używane w przemyśle motoryzacyjnym.

W sprzedaży, jak dotychczas, nie ma jeszcze klejów do poliamidów. Do łączenia tych tworzyw możesz jednak wykorzystać rozpuszczalniki: kwas mrówkowy oraz kwas solny.

Przeznaczone do łączenia powierzchnie zwilż jednym z wymienionych kwasów, poczekaj, aż stwierdzisz powierzchniowe spęcznienie tworzywa; wówczas przyłóż do siebie oba elementy, ściśnij mocno i pozostaw przez 2 dni.

34. Mając kwas mrówkowy możesz sporządzić klej. W tym celu do 15 ml tego kwasu wsyp 1 g drobno pokrajanego poliamidu i naczynie wstaw do łaźni wodnej. Po 20—30 minutach ogrzewania do temperatury 50 °C otrzymasz gęstą zawiesinę. Przed użyciem otrzymany klej ogrzej. Klejąc, smaruj cienko obie łączone powierzchnie, poczym, jak poprzednio, silnie ściśnij.

e) Tworzywa celulozowe

Jak pewnie pamiętasz z poprzedniego rozdziału, w życiu codziennym spotykamy się zwykle z trzema rodzajami tworzyw celulozowych (w rzeczywistości wyrabia się ich o wiele więcej, jednak stosowane są one rzadko — jedynie w specjalnych przypadkach). Są to celuloza regenerowana, azotan celulozy oraz octan celulozy.

Najpopularniejszym wyrobem z celulozy regenerowanej, który często wypada kleić, są folie tomofanu (celofanowe). Do ich łączenia możesz stosować klej kalafoniowy (18) lub też wykonać inny w następujący sposób.

35. W 40 ml alkoholu etylowego zmieszanego z 40 ml acetonu rozpuść 33 g kalafonii i 2 g kamfory.

36. A oto jeszcze jeden przepis na klej do tomafanu:

woda	30 ml
guma arabska	10 g
wodorotlenek wapniowy	0,1 g
siarczan glinowy	1 g

W podanej ilości wody rozmieszaj wodorotlenek wapniowy, zalej tą zawiesiną gumę arabską, a następnego dnia, w przejrzystym płynie znad osadu rozpuść siarczan glinowy.

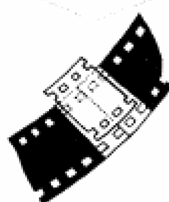
Z kolei do łączenia azotanu celulozy, czyli praktycznie biorąc — wyrobów celuloidowych, stosować możesz albo rozpuszczalniki, albo kleje otrzymane przez rozpuszczenie w nich celuloidu. Wśród laików panuje zakorzenione przekonanie, że celuloid najlepiej jest kleić acetonem, przeczę, że związek ten świetnie rozpuszcza celuloid, muszę jednak ostrzec, że na skutek bardzo dużej lotności acetonu spoiny wykonane samym rozpuszczalnikiem są brzydkie, mlecznobiałe. Sklejona w ten sposób oprawa okularów jest poważnie zeszpecona. Tymczasem właśnie oprawę okularów czy

inny przedmiot z celuloidu możesz skleić w sposób prawie niewidoczny, estetyczny, jeżeli zamiast acetonu użyjesz rozpuszczalnika do lakierów „Nitro".



Oba łączone przedmioty zwilż lekko tym rozpuszczalnikiem i od razu złącz je ze sobą, starając się nie ściskać zbyt mocno. Gdy bowiem elementy ściśniesz za silnie, wówczas wyciśnięte zostanie rozmiękczone tworzywo, a tym samym na zewnątrz spoiny utworzy się brzydkie zgrubienie — tego staraj się unikać.

37. Sporządzenie kleju do celuloidu jest bardzo proste. Wystarczy oto w 15 ml rozpuszczalnika „Nitro" rozpuścić 1 g skrawków celuloidu. Do łączenia tego tworzywa możesz również z powodzeniem stosować bezbarwny lakier „Nitro".
Trudniejsza już nieco będzie sprawa z łączeniem octanu celulozy. A niestety, taki problem będziesz napotykać częściej niż Ci się to w tej chwili zdaje. Aby nie być gołosłownym, podam konkretne przykłady: łączenie taśm filmowych, , taśm magnetofonowych, klejenie różnego rodzaju gałek, klamek, uchwytów, rękojeści samochodowych i motocyklowych.



Wszelkiego rodzaju taśmy filmowe, i to zarówno szerokie jak i wąskie (amatorskie), są dziś wykonywane tylko z niepalnego octanu celulozy. Z tego samego tworzywa wyrabia się i taśmy magnetofonowe. Jeżeli więc będziesz musiał łączyć taśmy filmowe czy magnetofonowe, to używaj rozpuszczalników, ale pamiętaj, że to już nie celuloid, i sam aceton do tego się nie nadaje.

38. Radzę więc, przygotuj mieszaninę o takim składzie:

aceton	6,5 ml
rozpuszczalnik „Nitro”	1 ml
stężony kwas octowy	2,5 ml

Pamiętaj, że złącze będzie tylko wówczas trwałe, jeżeli z jednego końca taśmy usuniesz dokładnie światłoczułą emulsję bądź też magnetyczną warstewkę tlenków. Teraz jeden koniec taśmy zwilż (ale lekko) podaną mieszaniną i połóż na nim drugi koniec taśmy. Jest to tzw. klejenie na zakładkę.

Można też postąpić inaczej. Kawałeczek (4—5 cm) taśmy oczyszcza się z emulsji czy warstewki tlenków, zwilża lekko roztworem i nakłada od strony czystej, nie pokrytej na przyłożone tylko do siebie oba końce taśmy. Jest to tzw. klejenie na podkładkę; odznacza się ono dużą wytrzymałością jednakże pod warunkiem, że nie użyje się zbyt wiele roztworu rozpuszczającego. Nie zawsze bowiem dzieje się w myśl przysłowia: „Od przybytku głowa nie boli". Wskutek działania zbyt dużej ilości rozpuszczalników, taśma z octanu celulozy nawet po najlepszym wysuszeniu staje się krucha i łamliwa.

39. Do łączenia grubszych wyrobów z octanu celulozy radzę Ci wykonać klej rozpuszczając 1 g tego tworzywa (najlepiej skrawki niepalnego filmu oczyszczonego z emulsji) w 15 ml mieszaniny o składzie:

aceton	6,5 ml
rozpuszczalnik „Nitro”	1,5 ml
kwas octowy stężony	2 ml

Sklejane przedmioty ściśnij, ale nie za mocno, i susz w temperaturze pokojowej co najmniej 24 godziny.

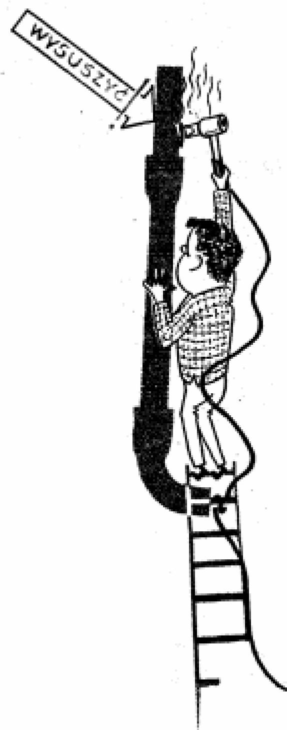
f) Klejenie tworzyw termoutwardzalnych

Teraz omówię klejenie tworzyw termoutwardzalnych.

Coś mi się jednak zdaje, że masz do mnie jakieś pretensje. Czy przypadkiem nie o to, że zapomniałem Ci jeszcze podać przepis do łączenia polietylenu?

O nie, wcale nie zapomniałem. W tym miejscu, w imieniu wszystkich chemików świata, muszę się przyznać ze wstydem, że dotychczas nikomu jeszcze nie udało się otrzymać dobrego kleju do polietylenu. Dlatego też jedyną metodą łączenia tego tworzywa jest spawanie. Zapamiętaj to sobie dobrze: nie ma dobrego rozpuszczalnika do polietylenu, jak również nie ma kleju do jego łączenia. Dotykając lekko ogrzanych przedmiotów polietylenowych odnosimy wrażenie, jak gdyby były one tłuste; są one podobne w dotyku na przykład do świecy. Wrażenie to potęguje jeszcze fakt, że woda zupełnie nie zwilża najdokładniej nawet umytych powierzchni polietylenowych. Ten specjalny właśnie rodzaj powierzchni tworzywa sprawia, iż żaden ze znanych klejów nie wykazuje do niego dobrej adhezji. A więc, jak Ci już powiedziałem, do łączenia polietylenu stosować możesz tylko spawanie.

W Twoich amatorskich warunkach spawanie polietylenu najdogodniej będzie przeprowadzić za pomocą elektrycznej lutownicy. W tym celu lutownicę ogrzewa się do temperatury 160—170 °C, przykłada do dobrze wysuszonych elementów spawanych, a gdy ich powierzchnia ulegnie już nadtopieniu, natychmiast styka się je ze sobą.



No, po tym wyjaśnieniu mogę już zacząć mówić o łączeniu bakelitu, tworzyw mocznikowych i melaminowych. Wiele nowego tu się nie dowiesz. Do łączenia bowiem tworzyw termoutwardzalnych zastosować możesz kleje fenolowo-formaldehydowe, epoksydowe, gliptalowe czy też karbinolowe. Posługiwać się tymi klejami już umiesz.

Na zakończenie pragnę Ci jeszcze opisać parę nie omawianych jeszcze, a znajdujących się w sprzedaży klejów. Są to:

Klej „POW" (czyli polioctan winylu)

Jest to lepka, przezroczysta ciecz barwy słomkowożółtej. Klej ten służy do łączenia skóry naturalnej i sztucznej, tkanin, papieru, korka i porowatej ceramiki oraz tych ciał ze sobą. Spoinę utwardza się w ciągu 6—8 godzin w temperaturze 20 °C i w ciągu 1 godziny w temperaturze 75-110 °C.

Klej „POW/fdb" (czyli polioctan winylu z plastyfikatorami)

Jest to emulsja polioctanu winylu z dodatkiem zmiękczaczy; ma wygląd lepkiej białej cieczy, przypominającej śmietanę. Klej ten przeznaczony jest przede wszystkim do łączenia papieru i tektury z foliami aluminiowymi.

Kleje introligatorskie „C-10", „C-20", C-30"

Są to emulsje polioctanu winylu z dodatkami zmiękczaczy. Kleje te są przeznaczone do prac introligatorskich, zwłaszcza w tych przypadkach, gdy trzeba łączyć papier z folią igelitową lub foliami metalowymi.



Do koloru do wyboru, czyli przepisy różne

Z góry zastrzegam, że nie podejmuję się przewidzieć wszystkich możliwych przypadków, co z czym zapragniesz skleić. Ograniczę się więc tylko do podania pewnych zasad ogólnych oraz pewnej ilości przepisów szczegółowych.

Klejenie skóry:
kleje dekstrynowe, kostne, skórne, celulozowe, na polioctanie winylu (w sprzedaży „klej POW"), kauczukowe (w sprzedaży klej „Butapren" oraz „klej kauczukowy A" i „B").

Klejenie metali z gumą:
klej kauczukowy („Butapren L-40").

Klejenie metali ze szkłem i ceramiką;
kleje fenolowo-formaldehydowe, epoksydowe, gliptalowe, karbinolowe.

Klejenie metali z tworzywami termoutwardzalnymi:
kleje fenolowo-formaldehydowe, gliptalowe, epoksydowe, karbinolowe.

Klejenie metali z tworzywami termoplastycznymi:
kleje na polioctanie winylu „POW", kauczukowe, („Butapren").

40. Kleje do porcelany i fajansu

a)	Fluorek wapniowy	6 g
	mączka szklana	1 g
	szkło wodne	6 g

Bardzo dokładnie zmielone i przesiane dwa pierwsze składniki wymieszaj i zarób na klej szkłem wodnym.

41. b)	świeżo stracona kazeina (przemyta)	10 g
	szkło wodne	25 g

Oba kleje twardnieją szybko i nieodwracalnie.

Klej do mocowania wykładzin terakotowych: „klej krzemianowy (20)".

42. Klej do wykładzin podłogowych.

Do 150 ml rozdrobnionego, gorącego kleju stolarskiego dodaj 5 g siarczanu glinowo-potasowego (ałunu) rozpuszczonego w 10 ml gorącej wody. Całość wymieszaj. Jest to klej do wykładzin podłogowych typu winyleum, gumoleum i nitroleum.

43. Kleje do naklejania skóry, filcu i sukna na drewno

100 g mąki pszennej (np. wrocławskiej) zmieszaj z 2 g siarczanu glinowo-potasowego, zarób 50 ml wody i ogrzewaj mieszając tak długo, aż uzyskasz taką gęstość, że łyżka postawiona pionowo nie będzie się przewracała. Klej rozprowadzaj na gorąco i od razu kładź na nim filc czy sukno.

Klej do miki

Do tego celu stosuje się bezrozpuszczalnikowy „klej gliptalowy (24)".

44. Klej do łączenia skóry z gumą

35 g kalafonii stop, dodaj 40 g drobno pokrojonego nie wulkanizowanego kauczuku i ogrzewaj tak długo, aż kauczuk ulegnie rozpuszczaniu. Całość ostudź do temperatury 50°C, po czym dodaj 25 ml oleju lnianego i wymieszaj. Klej ten nakładaj na gorąco.

45. Klej do mocowania fotografii na szkle

10 g bezbarwnej żelatyny spożywczej zalej na noc 100 ml wody. Postaw naczynie na łaźni wodnej o temperaturze 50 °C. Gdy żelatyna się rozpuści, dodaj 5—6 kropli octu spożywczego i całość mieszaj. Na dokładnie umyte, odtłuszczone i suche szkło wylej gorący roztwór żelatyny, po czym natychmiast przyłóż fotografię i przyciśnij ją zimnym żelazkiem.

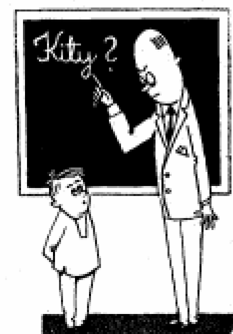


Kiedyś, już chyba kilka lat temu, w jednym ze swoich listów zapytałeś mnie, co to są właściwie kity. Przyznam Ci się szczerzenie długo wówczas myślałem nad tym pytaniem. Niby to takie proste, a jednak bliżej nie sprecyzowane. Kity są bliskimi krewniakami klejów, ale, jak wiesz, w ogromnej tej rodzinie panuje spore zamieszanie, nie ma bowiem jeszcze jakiegoś międzynarodowego, uznanego przez wszystkich podziału.

Najogólniej rzecz biorąc można przyjąć definicję taką: Kity są to kleje plastyczne o konsystencji ciastowatej, zawierające zazwyczaj duże ilości wypełniacza.

Sam nie jestem zbytnio zadowolony z tej bardzo ogólnikowej definicji, ale chwilowo niech taka zostanie.

Już trochę łatwiej można powiedzieć, do czego służą kity. Są one używane do łączenia i unieruchamiania nie przylegających zbyt ściśle do siebie elementów, służą też do wypełniania szpar, nierówności, porów.



Typowi przedstawiciele kitów to na przykład glejta ołowiowa zarobiona gliceryną, używana do osadzania pryzmatów czy soczewek szklanych w metalowych uchwytach, oraz kit służący do uszczelniania szyb w ramach okiennych.

Żadnego ścisłego podziału kitów Ci nie podaję, gdyż podziały takie są bardzo sztuczne. Z podanych poniżej przepisów wybierzesz te, które będą odpowiednie do Twoich celów, a przede wszystkim będą wykonalne przy Twoich możliwościach surowcowych.

Kity do metali

1. Kit do szczelin w piecach żelaznych

Dwutlenek manganu (braunsztyn)	10 g
Sucha glina	40 g
Boraks	50 g

Dokładnie zmielone i przesiane składniki zarabia się mlekiem na ciastowatą masę. Pastą tą wypełnij szczeliny zimnego pieca. Po 24 godzinach schnięcia — gdy rozpalisz w piecu, kit stopi się i dokładnie zwiąże z żelazem.

2. Kit do żeliwa i płyt kuchennych.

Drobne opiłki żelazne	80 g
Siarka	10 g
Chlorek amonowy (salmiak)	5 g

Mieszaninę tą zarób wodą na pastę i wypełnij pęknięcia oczyszczone palnikiem lub metalową szczotką. Kit twardnieje sam na zimno w przeciągu 5-6 dni.

3. Kit do metali i kamienia

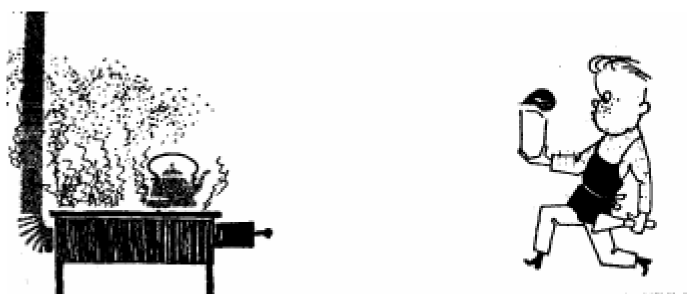
Drobno przesianą kredę zarób na pastę szkłem wodnym i nakładaj ją szybko, gdyż kit ten twardnieje już po 20 minutach.

4. Kit do mosiądzu i marmuru

W 40 ml wody rozpuść 75 g wodorotlenku sodowego, po czym dosyp 23 g sproszkowanej kalafonii i całość gotuj mieszając, aż kalafonia całkowicie się rozpuści. Tak otrzymanym roztworem zarób na pastę 35-40 g gipsu, po czym kit od razu nakładaj, bo bardzo szybko twardnieje.

5. Kity do szkła i metali

Glejtę (żółty tlenek ołowiu) zarób gliceryną, dokładnie ucierając w moździerzyku porcelanowym. Na 50 g glejty zużywa się około 6 ml gliceryny. Kit ten twardnieje szybko i jest całkowicie odporny na wodę, kwasy, ługi, oleje.



6. Kit żarówkarski (do oprawek i baloników szklanych)

	Cement portlandzki	10 g
	Mączka szklana	10 g
7. lub	sucha glinka	10 g
	mączka szklana	10 g
	kreda	10 g



Jedną z tych mieszanin – koniecznie dokładnie przesianych – zarób na pastę szkłem wodnym

8. Do tego samego celu może służyć jeszcze inny kit:



Gips	100 g
Siarczan glinowo-potasowy (ałun)	7 g

Mieszaninę tę zarób na ciasto 10 % wodnym roztworem kleju stolarskiego.

9. Kit do trzonków od noży:

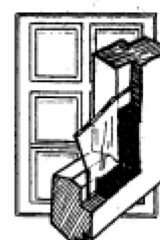


Kalafonia	60 g
Siarka	15 g
Opiłki żelazne	20 g
Chlorek amonowy (salmiak)	5 g

Składniki te wymieszaj i stop na gorąco; stopionym kitem napełnij trzonek, po czym od razu wciśnij weń nóż.

Kity do szkła i porcelany

10. Kit do szkła



Do parowniczki stojącej na łaźni wodnej wrzuć 50 g białej żelatyny spożywczej, dodaj 1 ml 6 % octu i całość ogrzewaj aż do stopienia. Przed łączeniem szkło ogrzej; kit nakładaj gorący, stopiony. Kit twardnieje całkowicie po 24 godzinach, ale nie jest wodoodporny. Nadaje się dobrze do reperacji kryształów.

11. Kit do akwarium

Kreda	30 g
Minia ołowiowa	15 g

Oba składniki wymieszaj dokładnie i zarób pokostem lnianym na gęste ciast. Ciasto to trzeba następnie co najmniej przez godzinę wyrabiać młotkiem na desce.
Kit całkowicie twardnieje dopiero po 7-8 dniach, ale za to trzyma się doskonale metalu i szkła, przy czym jest całkowicie wodoodporny.

12. Kity do porcelany

a) siarczan barowy ($BaSO_4$) 4 g
   mączka szklana 2 g

Oba składniki muszą być dokładnie zmielone (utarte w moździerzu) i przesiane przez gęste sito. Suchą mieszaninę składników zarób na pastę szkłem wodnym i natychmiast nakładaj, gdyż kit szybko twardnieje.

13. b) sproszkowany azbest 4 g
   tlenek cynkowy 2 g

Składniki zarób na pastę szkłem wodnym. Kit ten nadaje się do uzupełniania brakujących kawałków w łączonych elementach.

Kity specjalne

14. Kity ogniotrwałe

a)	Tlenek cynkowy	5 g
	dwutlenek magnezowy	50 g

Oba te proszki zarób na ciasto jak najmniejszą ilością wody. Kit twardnieje około 2 dni i wytrzymuje temperaturę do 1800°C

15. b)	sucha, przesiana glinka	60 g
	mączka szamotowa	30 g
	boraks	10 g

Całość wymieszaj i zarób wodą na gęste ciasto. Kit twardnieje po około 24 godzinach i wytrzymuje temperaturę do 1600°C.

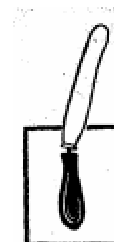
16. Kit kwasoodporny

Sproszkowany azbest	150 g
Mączka szamotowa	40 g
Woda	150 ml

Po wymieszaniu – do całości dodaj 15 ml szkła wodnego.

17. Kit ługoodporny

W blaszce stojącej na łaźni wodnej stop 90 g asfaltu, p czym dodaj 10 g nie wulkanizowanego kauczuku i całość ogrzewaj mieszając, aż kauczuk się rozpuści. Kit nakładaj w stanie stopionym.



18. Kit szybko twardniejący

Talk	10 g
Szkło wodne	3,5 ml

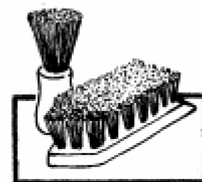
Talk zarób szkłem wodnym na pastę. Kit ten twardnieje już po 3-5 minutach.

19. Kit do galalitu

Kazeina sucha	5 g
Szelak	2 g
Boraks	4 g

Suche składniki wymieszaj, zalej 20 ml gorącej wody i długo mieszaj. Po napęcznieniu zlej nadmiar wody, a pozostałość ogrzej i rozmieszaj na pastę. Kit ten nakładaj na gorąco.

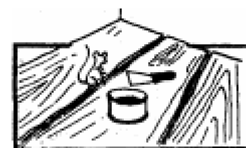
20. Kit szczotkarski do pędzli i szczotek z włosiem



Kalafonia	60 g
Siarka	20 g
Chlorek amonowy (salmiak)	5 g

Dokładnie sproszkowaną siarkę i salmiak wsyp do stopionej kalafonii, całość wymieszaj – i od razu nakładaj. Kit ten twardnieje nieodwracalnie. Posiada doskonałą przyczepność do włosia, drewna i metalu.

21. Kit do szpar w drewnie



Gips	50 g
Drobne opiłki drzewne	15 g

Oba składniki zarób na pastę gorącym klejem stolarskim. Kit twardnieje po 10-15 minutach. Podczas twardnienia kit ten nie kurczy się i nie pęka, lecz przeciwnie, nawet nieznacznie zwiększa swoją objętość. Dzięki temu trzyma się doskonale w szparach.

7. Zakończenie

Tak więc przyszła chwila, iż rozstajemy się na kilka miesięcy, aby spotkać się znów w następnej książce z tego cyklu, z której dowiesz się między innymi, jak rozpoznawać, obrabiać, formować, spawać, barwić a nawet otrzymywać w domu tworzywa sztuczne.

Wszystkie te wiadomości podaję Ci po to, aby ułatwić Twą pracę, a jednocześnie ustrzec siebie przed tragiczną śmiercią pod stosami nieprzemyślanych listów z takimi na przykład pytaniami: „Gdzie kupić „Tri"?" „Czy esencja octowa, a kwas octowy to to samo?" itp.

Jednak ani na chwilę nie wycofuję się z tego, co już Ci obiecałem: skoro uznasz, że bez mojej pomocy naprawdę już sobie nie poradzisz, to pisz do mnie na adres pisma, które jest Ci na pewno dobrze znane — „Młody Technik".

I to już jest wszystko. A więc — cześć.



Spis klejów

Spis kitów

Kity do metali

Kity do szkła i porcelany

Kity specjalne

Kity różne

Spis treści